

Kay Lehmann

**Analyse von Anschlag-  
varianten bei Stahlbaumontagen  
im Industriebau**

Bachelorarbeit

HOCHSCHULE MITTWEIDA

---

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Maschinenbau / Feinwerktechnik

Roßwein, 2012



Analyse von Anschlag-  
varianten bei Stahlbaumontagen  
im Industriebau

Analysis of stop variant  
at steelwork erection  
in the industrial

**Bachelorarbeit**

Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences  
Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida

<b><u>Eingereicht von:</u></b>	Kay Lehmann
<b><u>Fakultät:</u></b>	Maschinenbau / Feinwerktechnik
<b><u>Fachgruppe:</u></b>	Stahl- und Metallbau
<b><u>Seminargruppe:</u></b>	SM08w1 – B
<b><u>Matrikelnummer:</u></b>	24038
<b><u>Adresse:</u></b>	Clara – Zetkin – Straße 12, 04741 Roßwein
<b><u>Erstprüfer:</u></b>	Prof. Dr.- Ing. Torsten Laufs
<b><u>Zweitprüfer:</u></b>	Dr.- Ing. Paul Mechold
<b><u>Eingereicht am:</u></b>	20.12.2012

## **Bibliographische Beschreibung**

Kay Lehmann:

Analyse von Anschlagvarianten bei Stahlbaumontagen im Industriebau –  
2012 – 101 Seiten, Roßwein, Hochschule Mittweida (FH), Fachbereich  
Maschinenbau / Feinwerktechnik, Bachelorarbeit, 2012

## **Referat**

Das richtige Anschlagen von Bauteilen spielt für die Montage mit Hebezeugen eine wichtige Rolle. In dieser Bachelorarbeit soll eine Herangehensweise an die Planung und Erstellung von Anschlagschemen beschrieben werden.

Im ersten Beispiel soll ein Vergleich, die Belastung und Längenänderung der Anschlagmittel, sowie die Belastung auf das Bauteil bei bestimmten Neigungswinkeln, gezeigt werden. Durch diesen kann erkannt werden mit welchen Auswirkungen zu rechnen ist. Des Weiteren soll ein Vergleich, zwischen den zwei gängigsten Anschlagmitteln, die unterschiedliche Belastung auf den Anschläger zeigen.

Das zweite Beispiel soll die Herangehensweise für die Planung und Erstellung eines Anschlagschemas erläutern.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	<i>Ziel der Arbeit</i>	1
1.2	<i>Abgrenzung der Arbeit</i>	2
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	<i>Ablauf eines Montagezyklus</i>	3
2.2	<i>Allgemeines zu Anschlagmitteln</i>	4
2.2.1	Einteilung der Anschlagmittel	4
2.2.2	Die Tragfähigkeit, Neigungswinkel und Belastungsfaktoren von Anschlagmitteln	5
2.2.2.1	Die Anschlagarten der Anschlagmittel und deren zugehörigen Belastungsfaktoren	7
2.2.3	Allgemeines zu Anschlagseilen	7
2.2.3.1	Kriterien der Seilauswahl	8
2.2.4	Allgemeines zu Drahtseilen	9
2.2.4.1	Konstruktion der Litze	9
2.2.4.2	Konstruktion des Seiles	13
2.2.4.3	Einlagen der Litzen und Seile	14
2.2.4.4	Einteilung der Seilarten	16
2.2.4.5	Drehverhalten von Drahtseilen	16
2.2.4.6	Berechnungsgrößen der Drahtseile für die Tragfähigkeitsermittlung	17
2.2.4.7	Tragfähigkeit (WLL) eines einsträngigen Anschlagseiles	18
2.2.4.8	Tragfähigkeit (WLL) eines Endlosseiles	19
2.2.4.9	Tragfähigkeit (WLL) eines mehrsträngigen Anschlagseiles	19
2.2.4.10	Ablegereife von Stahldrahtseilen	19
2.2.5	Allgemeines zu Faserseilen	20
2.2.5.1	Werkstoffe für Faserseile	20
2.2.5.2	Machart von Faserseilen	21
2.2.5.3	Ablegereife bei Faserseilen	22
2.2.6	Allgemeines zu Anschlagketten	23
2.2.6.1	Kettenaufbau	23
2.2.6.2	Kettennormen und Güteklassen	24
2.2.6.3	Kennzeichnung der Ketten	24
2.2.6.4	Ablegereife von Anschlagketten	25
2.2.7	Hebebänder und Rundschlingen	26
2.2.7.1	Werkstoffe und Temperaturbereiche	26
2.2.7.2	Tragfähigkeit und Farbcodierung	26
2.2.7.3	Schlaufenarten der Hebebänder	26
2.2.7.4	Kennzeichnung	26

2.2.7.5	Ablegereife von Hebebändern und Rundschlingen	28
2.3	<i>Auflistung der Einflussgrößen</i>	28
2.4	<i>Analyse der Einflussgrößen</i>	29
2.4.1	Kategorie Hebezeuge	29
2.4.1.1	Typen von Hebezeugen	29
2.4.1.2	Tragfähigkeit der Hebezeuge	29
2.4.2	Kategorie Bauteil	30
2.4.2.1	Einteilung der Bauteilformen	30
2.4.2.2	Bauteilgewicht	30
2.4.2.3	Geometrie	30
2.4.2.4	Oberflächenbeschaffenheit	31
2.4.2.5	Varianten der Bewegungsarten	32
2.4.3	Kategorie Anschlagmittel	32
2.4.3.1	Anschlagmittelart	32
2.4.3.2	Längen	32
2.4.3.3	Tragfähigkeit	33
2.4.3.4	Anschlagvarianten	33
2.4.3.5	Anzahl der Stränge	33
2.4.3.6	Eigengewicht	33
2.4.4	Kategorie Anschlagpunkte	34
2.4.4.1	Klassifizierung der Anschlagpunkte	34
2.4.4.2	Modifikationen von Anschlagpunktbefestigungen	34
2.4.4.3	Tragfähigkeitsmerkmale der Anschlagpunkte	36
<b>3</b>	<b>Beispiel 1 Einzelträger</b>	<b>37</b>
3.1	<i>Abgrenzungen</i>	38
3.2	<i>Vorgehensweise</i>	38
3.2.1	Ermittlung Bauteilgewicht und Schwerpunktlage	38
3.2.1.1	Berechnung Bauteilgewicht	38
3.2.1.2	Schwerpunktlage	38
3.2.2	Varianten des Anschlages	38
3.2.2.1	Variante 1	39
3.2.2.2	Variante 2	39
3.2.2.3	Variante 3	40
3.2.2.4	Variante 4	40
3.2.3	Ermittlung der auftretenden Schnittkräfte und Längen des Anschlagmittels	40
3.2.3.1	Variante 1	40
3.2.3.2	Variante 2	41
3.2.3.3	Variante 3	42
3.2.3.4	Variante 4	42
3.2.4	Gegenüberstellung Rundschlinge und Anschlagkette	43
3.2.4.1	Variante 1	43

3.2.4.2 Variante 2	43
3.2.4.3 Variante 3	44
3.2.4.4 Variante 4	45
3.2.5 Auswahl und Nachweis der Anschlagpunkte	45
3.2.5.1 Variante 1	45
3.2.5.2 Variante 2	45
3.2.5.3 Variante 3	45
3.2.5.4 Variante 4	46
3.2.6 Ermittlung der auftretenden Verformungen und Spannungen im Querschnitt	46
3.2.6.1 Querschnittswerte	46
3.2.6.2 Variante 1	46
3.2.6.3 Variante 2	46
3.2.6.4 Variante 3	47
3.2.6.5 Variante 4	47
3.2.7 Vergleich der verschiedenen Varianten	48
3.2.7.1 Kräfte und Längen	48
3.2.7.2 Vergleich Rundschlinge und Anschlagkette	48

## **4 Beispiel 2 Ebenes Bauteil zusammengesetzt aus mehreren Normträgern** **49**

4.1 Beschreibung	49
4.2 Lösungsvarianten	50
4.3 Abgrenzung	57
4.4 Vorgehensweise	57
4.4.1 Ermittlung der Schwerpunktlage	57
4.4.1.1 Zuordnung der Bauteilgewichte	57
4.4.1.2 Berechnung der Schwerpunktabstände	58
4.4.2 Ablauf der Erstellung des Anschlagschemas	59
4.4.2.1 Phase 1 Verdeutlichung des Schwerpunktes	59
4.4.2.2 Phase 2 Einfügen der Seilspreize	60
4.4.2.3 Phase 3 Einfügen der Anschlagmittel oberhalb der Seilspreize	60
4.4.2.4 Phase 4 Parameterfestlegung	60
4.4.2.5 Phase 5 Ermittlung der Anschlagpunkte	61
4.4.2.6 Phase 6 Wiederholungsphase 1	61
4.4.2.7 Phase 7 Einfügen der Anschlagpunkte	61
4.4.2.8 Phase 8 Ausrichtung der Ansichtsebene	61
4.4.2.9 Phase 9 Einfügen der Anschlagmittel	62
4.4.2.10 Phase 10 Wiederholungsphase 2	62
4.4.3 Auswahl und Nachweis des Anschlagmittels	62
4.4.3.1 Ermittlung der Anschlagmittelkräfte	62
4.4.4 Auswahl und Nachweis der Anschlagpunkte	64

4.4.5	Ermittlung der auftretenden Verformungen und Spannungen im Querschnitt	64
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung (Fazit)</b>	<b>65</b>
<b>6</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>67</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>68</b>
ANHANG A	<b>Belastungstabellen ASM</b>	<b>70</b>
ANHANG B	<b>Hubhöhe und Tragfähigkeit Kran</b>	<b>86</b>
ANHANG C	<b>Tabellen</b>	<b>88</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ASM	Anschlagmittel
ASP	Anschlagpunkt
bzw.	beziehungsweise
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
gew.	gewählt
ICE	Innovation Chain Evolution
ISO	International Organisation für Normung
Lsg.	Lösung
RS	Rundschlingen
SP	Schwerpunkt
to	Tonnen
usw.	und so weiter
VLBG	VIP – Lastbock – Gewinde
VM	Vormontage
vorh.	vorhanden
WLL	Tragfähigkeit
z.B.	zum Beispiel
zw.	zwischen



# 1 Einleitung

Die Bauwerke der heutigen Zeit werden immer höher, länger und breiter. Die Gewichte der Bauteile oder Transportwaren werden schwerer. Es wird pausenlos daran gearbeitet die Anzahl der Hubwege zu verringern, was den Anspruch an die Anschlagmittel und Planung von Anschlagschemen erhöht. So müssen die Anschlagmittel immer robuster und tragfähiger werden. Dies hatte eine Gewichtserhöhung der Anschlagmittel zufolge. Dies muss der Ingenieur bei der Auswahl des Hebezeugs und der Erstellung des Anschlagschemas berücksichtigen. Die Unternehmen die sich auf das Gebiet der Anschlagmittel spezialisiert haben entwickeln von Zeit zu Zeit tragfähigere Anschlagmittel mit dem Ziel, das Eigengewicht nicht zu erhöhen oder gar zu senken. Dies kommt dem Anschläger auf der Baustelle und dem Montageingenieur bei der Planung von Anschlagschemen zu Gute.

Die Erstellung eines Anschlagschemas sollte vom Montageingenieur sehr gut durchdacht werden, um Schäden oder sogar die Zerstörung der Konstruktion zu vermeiden. Ein umfassendes Wissen über die verschiedenen Anschlagmittel ist eine Voraussetzung zur guten Planung eines Anschlagschemas. Hinzukommen Statik- und Stahlbaukenntnisse, sowie eine reiche ingenieurtechnische Erfahrung in diesem Arbeitsbereich. Prinzipiell hat der Ingenieur freie Hand bei der Erstellung eines Anschlagschemas, so lang die Konstruktion die entstehenden Kräfte und Spannungen beim Anheben und transportieren aushält. Es darf keine Gefahr für Leib und Leben durch abstürzende Bauteile oder Konstruktionen entstehen.

In dieser Bachelorarbeit werden verschiedene Gebiete angeschnitten, um einen kleinen Grundeinstieg in die Erarbeitung von Anschlagschemen zu ermöglichen.

## 1.1 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, eine Arbeitshilfe für den Montageingenieur im Stahl- und Industriebau zu schaffen, mit der das Herangehen an die Planung von Anschlagmitteln systematisiert wird. Dazu werden die gängigen Bausteine von Anschlagmitteln (aus der Literatur) vorgestellt und für ihren Einsatzzweck analysiert. Ausgehend von typischen Bauteilformen und Bewegungsarten werden die einzelnen Bausteine zu Systemen kombiniert, für die dann beispielhaft die erforderlichen Schritte der Bemessung erarbeitet werden, wie z.B.: Schwerpunktermittlung, Längenermittlung der Anschlagseile, erforderliche Tragfähigkeitsnachweise der Anschlagmittel und ggf. Stabilitätsnachweise der angehängten Bauteile/Baugruppen. Verschiedene Lösungsvarianten für eine Aufgabe werden an einem ausgewählten typischen Beispiel diskutiert und bewertet.

## **1.2 Abgrenzung der Arbeit**

Das Erstellen von Anschlagschemen wird in einer Vielzahl von Anwendungsgebieten angewandt, wie z.B. im Gewerbebau, Brückenbau, Industriebau, Anlagenbau und vieles mehr. In dieser Bachelorarbeit wird speziell auf die Stahlbaumontage im Industriebau eingegangen.

Im theoretischen Teil werden Rundschlingen, Seile, Ketten und Hebebänder als Anschlagmittel betrachtet.

Für die im praktischen Teil aufgeführten Beispiele wird direkt im dazugehörigen Abschnitt abgegrenzt.



## 2 Theoretische Grundlagen

Im Kapitel 2 meiner Bachelorarbeit soll auf die theoretischen Grundlagen eingegangen werden. Der erste Abschnitt dieses Kapitels ermöglicht einen Einblick auf den Ablaufteil der Montage für den Anschlagvarianten benötigt werden. Im zweiten Teil wird auf grundsätzliche Eigenschaften wie Aufbau, Kennzeichnung und Ablegereife, sowie Richtwerte und Erfahrungswerte eingegangen. Der Dritte und Vierte Teil beschäftigt sich mit den Einflussgrößen die auf das Erstellen eines Anschlagschemas einwirken oder die benötigt werden. Wobei der erst genannte Abschnitt für die Einteilung verwendet wird.

### 2.1 Ablauf eines Montagezyklus

Der in Abbildung 1 gezeigte Montagezyklus ist das nachfolgende Prozedere wenn eine Anschlagvariante geplant und erstellt wurde. Die Planung und Erstellung einer dafür vorgesehenen Anschlagvariante ist die Grundvoraussetzung damit die Montage sicher und erfolgreich vollzogen werden kann.

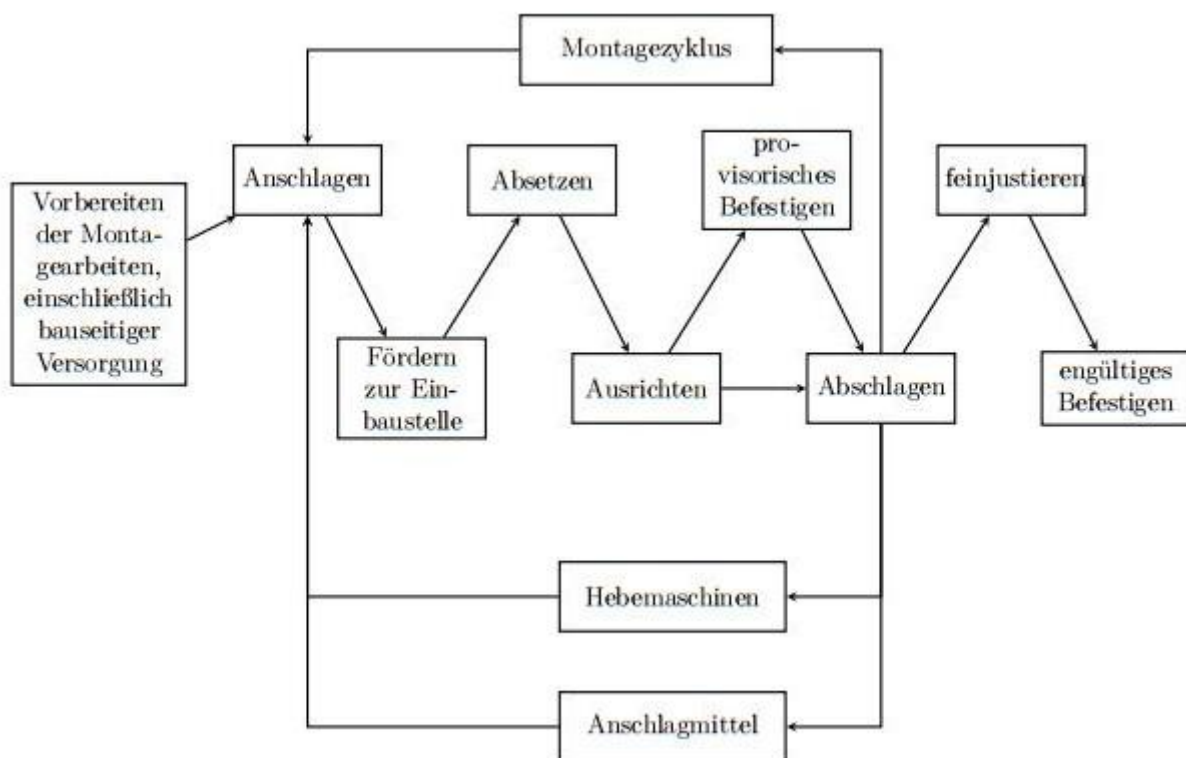
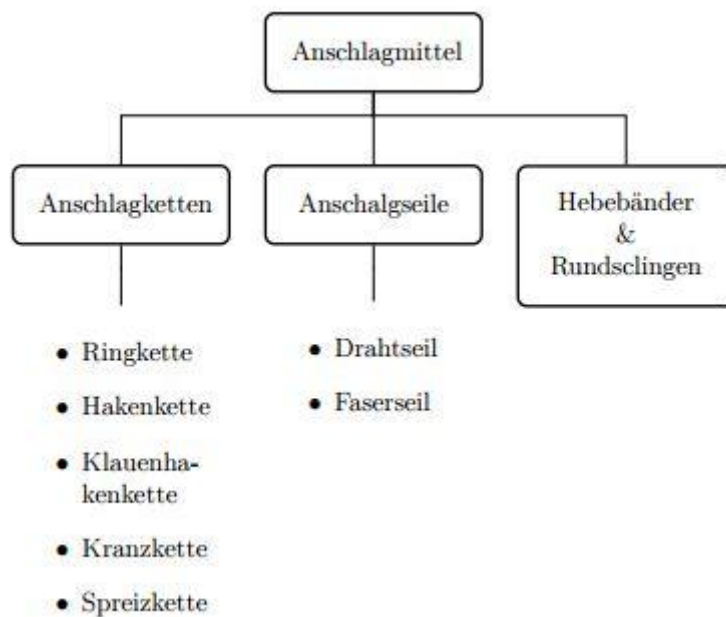


Abbildung 1 Ablauf eines Montagezyklus [1 S. 5] (eigene Darstellung)

## 2.2 Allgemeines zu Anschlagmitteln

**Definition:** Anschlagmittel sind nicht zum Hebezeug gehörende Einrichtungen, die eine Verbindung zwischen Tragmittel und Last oder Tragmittel und Lastaufnahmemittel herstellen. Hierunter versteht man Ketten, Seile und Hebebänder, die im Hebezugbetrieb als Verbindungsteil eingesetzt werden, um die Last zu transportieren. Entscheidend für den Einsatz von Kette, Seil oder Hebeband ist die Art des zu transportierenden Gutes und die Arbeitsumgebung. Besonders zu beachten sind die Tragfähigkeit, Ablegereife und die Anschlagart [2].

### 2.2.1 Einteilung der Anschlagmittel



**Abbildung 2 Einteilung der Anschlagmittel** (Eigene Darstellung)

## 2.2.2 Die Tragfähigkeit, Neigungswinkel und Belastungsfaktoren von Anschlagmitteln

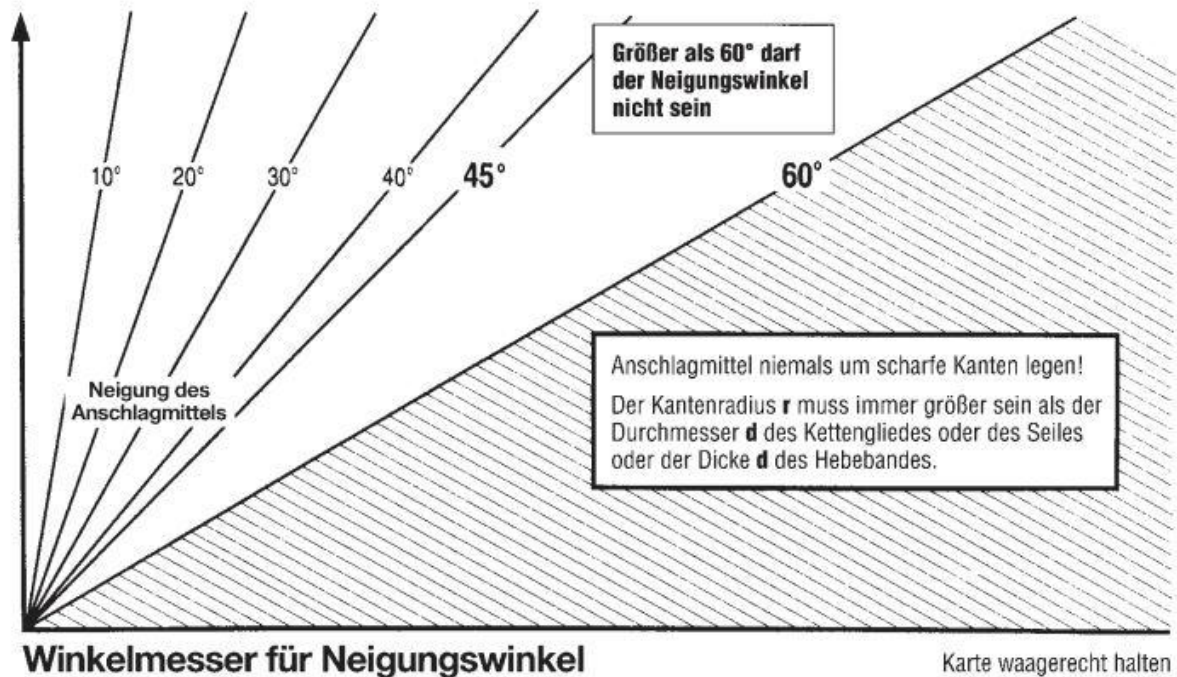


Abbildung 3 Darstellung der Winkelneigung von Anschlagmitteln [3 S. 2]

Die Tragfähigkeit<sup>1</sup> von Anschlagmitteln wird stark vom Neigungswinkel beeinflusst. So kann sich der Verlust der Tragfähigkeit bei einem Neigungswinkel von 0° bis 45° auf 30% betragen. Steigt der Neigungswinkel zwischen 45° und 60° verringert sich die Tragfähigkeit bis auf 50%. Generell ist der Neigungswinkel  $> 60^\circ$  nicht zulässig. Bei einer Überschreitung des Neigungswinkels von 60° sind die dadurch auftretenden Kräfte unbeherrschbar. Wird die Anschlagart „Schnürgang“ verwendet so liegt der Verlust bei 20% der aufnehmbaren Kraft eines Stranges. Bei der Verwendung von mehrsträngigen Gehängen können nicht alle Stränge als tragend angenommen werden. So gilt:

**Bei 2 – Strängigen:** Sind die Anschlagpunkte des zu hebenden Bauteils symmetrisch und der Schwerpunkt liegt zentral, können beide Stränge als tragend angenommen werden. Hierbei ist zu beachten, dass eine gleichmäßige Verteilung der Last, der gleiche Neigungswinkel pro Strang und eine gleiche Länge der Stränge vonnöten ist. Sobald dies nicht zutrifft, kann nur ein Strang für die ganze Lastabtragung verwendet werden. Der nicht belastete Strang dient nur zur Stabilisierung.

**Bei 3 – Strängigen:** Gesetz dem Fall der Bauteilschwerpunkt liegt mittig und die Anschlagpunkte liegen harmonisch zueinander, können zwei der drei Stränge für die Lastaufnahme genutzt werden. Insofern die Gleichmäßigkeit der Lastverteilung, Neigungswinkel pro Strang und Länge jedes Stranges be-

<sup>1</sup> Ausgehend von der Tragfähigkeit eines senkrechten Stranges

steht. Die Anzahl der Stränge sinkt, sobald eine Asymmetrie besteht, auf nur einen Strang ab. Die übrig gebliebenen Stränge dienen der Stabilisierung.

**Bei 4 – Strängigen:** Um bei einem viersträngigen Gehänge die maximale Menge von drei tragenden Strängen verwenden zu können ist wiederum die Gleichmäßige Lastverteilung, die gleiche Länge der Stränge und der gleiche Neigungswinkel pro Strang vonnöten. Für eine höhere Zuverlässigkeit können zwei statt drei der Stränge mit einer Diagonalen Lastabtragung genutzt werden. Treffen die vorher genannten Fälle nicht zu verringert sich die Anzahl erneut auf einen Strang. Alle anderen Stränge dienen der Stabilisierung.

Für mehrsträngige Gehänge mit einer Asymmetrie gilt nach DIN EN 13414 einen Sachkundigen mit einzubeziehen oder die Tragfähigkeit der Anschlagmittel um die Hälfte zu reduzieren.

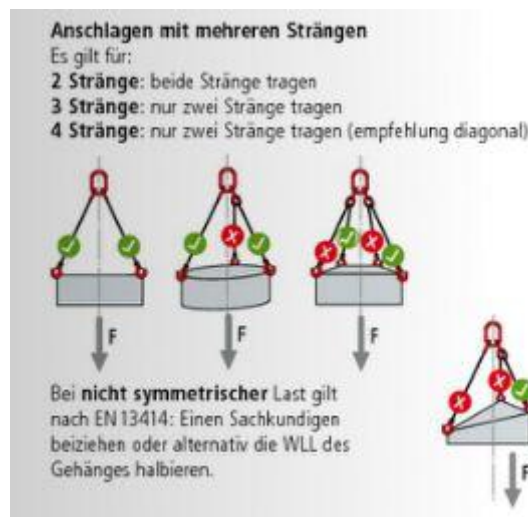


Abbildung 4 Anschlagen mit mehreren Strängen [4 S. 337]

„Schnürgang“ wird umgangssprachlich auch „Schluppen“ genannt. Das Anschlagmittel wird um das Bauteil (Last) gelegt und mit dem freien Ende durch das jeweilige Gegenende nach Oben in den Kranhaken bzw. in die Lasthaken einer Traverse oder Seilspreize eingehängt [5].

### 2.2.2.1 Die Anschlagarten der Anschlagmittel und deren zugehörigen Belastungsfaktoren

- Für ein Anschlagmittel
  - a) direkt (Anschlagfaktor = 1,0)
  - b) umgelegt<sup>2</sup> (Anschlagfaktor = 2,0)
  - c) Schnürgang (Anschlagfaktor = 0,8)
- Für zwei Anschlagmittel
  - a) direkt<sup>3</sup> (Anschlagfaktor = 2,0)
  - b) direkt mit Neigungswinkel  
(Anschlagfaktor:  
 $\beta > 7^\circ \leq 45^\circ = 1,4$   
 $\beta > 45^\circ \leq 60^\circ = 1,0$ )
  - c) Schürgang mit Neigungswinkel  
(Anschlagfaktor:  
 $\beta > 7^\circ \leq 45^\circ = 1,12$   
 $\beta > 45^\circ \leq 60^\circ = 0,8$ )
- Für vier Anschlagmittel
  - a) drei lasttragende Stränge  
(Anschlagfaktor:  
 $\beta > 7^\circ \leq 45^\circ = 2,1$   
 $\beta > 45^\circ \leq 60^\circ = 1,5$ )
  - b) zwei lasttragende Stränge  
(Anschlagfaktor:  
 $\beta > 7^\circ \leq 45^\circ = 1,4$   
 $\beta > 45^\circ \leq 60^\circ = 1,0$ )

In Tabelle 4 auf Seite 26 ist eine bildliche Darstellung zu den genannten Anschlagarten mit den dazugehörigen Anschlagfaktoren am Beispiel für Hebebänder und Rundschlingen.

### 2.2.3 Allgemeines zu Anschlagseilen

**ANMERKUNG:** Die nächsten Gliederungspunkte ab 2.2.3 bis 2.2.7 und deren Unterpunkte sind rein informativ. Diese haben für die Entscheidung des Anschlagmittels und der Planung eines Anschlagschemas geringe Bedeutung. Ein Ingenieur wählt vom Hersteller entwickelte und berechnete Anschlagmittel nach ihrer benötigten Tragfähigkeit und Länge aus.

**Definition:** Anschlagseile sind Anschlagmittel, die eine Verbindung zwischen Tragmittel und Last oder Tragmittel und Lastaufnahmemittel herstellen [6 S. 34].

---

<sup>2</sup> In Abbildung 5 linkes Bild anschaulich dargestellt.

<sup>3</sup> In Abbildung 5 rechtes Bild anschaulich dargestellt.

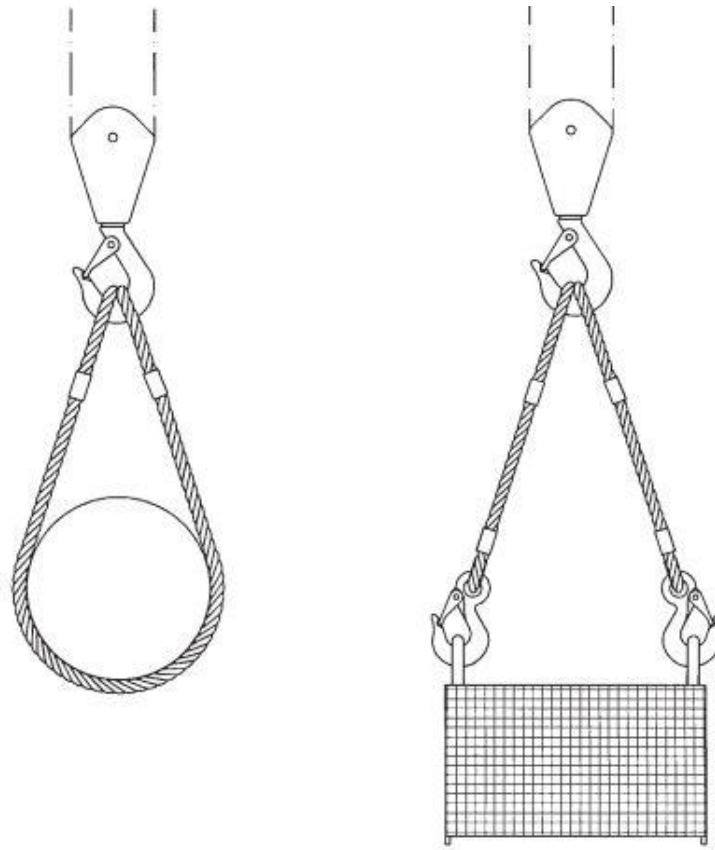


Abbildung 5 Anschlagseilverwendung [6 S. 34]

### 2.2.3.1 Kriterien der Seilauswahl

Grundsätzlich werden Seile unterteilt nach:

#### (1) Herstellungsart

- gedrehte Seile
- geflochtene Seile

#### (2) Werkstoff

- Stahldrahtseile
- Naturseile (Hanf, Sisal, Manila, usw.)
- Chemie-/Synthetikfaserseile (Polyamid, Polyethylen, Polypropylen, usw.)

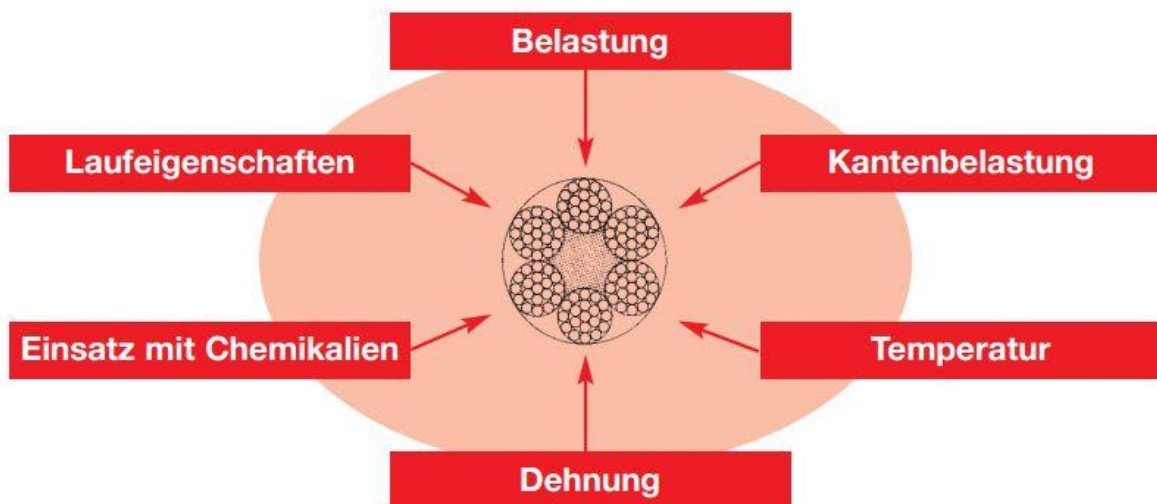


Abbildung 6 Kriterien der Seilauswahl [6 S. 24]

## 2.2.4 Allgemeines zu Drahtseilen

### 2.2.4.1 Konstruktion der Litze

Eine Litze besteht aus einer oder mehreren Lagen von Seildrähten, die schraubenlinienförmig um die Einbaulage verseilt sind. Diese Einlage besteht aus einem oder mehreren Rund- oder Formdrähten oder aus einer Fasereinlage bzw. einer anderen Einlage [7 S. 3].

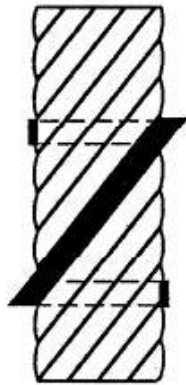
#### 2.2.4.1.1 Schlagrichtung von Litzen und Seilen

Das „Schlagen“ ist ein gebräuchlicher Ausdruck für Verseilen.

**Schlagrichtung der Litze** ist die Richtung der Schraubenlinie des Seildrahtes. Man unterscheidet zwischen **rechtsgängigen** (Kurzzeichen **z**) und **linksgängigen** (Kurzzeichen **s**) Litzen.

**Schlagrichtung des Seils** ist die Richtung der Schraubenlinie der Außenlitze. Unterschieden wird zwischen **rechtsgängigen** (Kurzzeichen **Z**) und **linksgängigen** (Kurzzeichen **S**) Seilen.





a) z (rechtsgängig)



b) s (linksgängig)

Abbildung 7 Schlagrichtung von Litze und Seil [8 S. 20]

#### 2.2.4.1.2 Schlagart der Seile

Bei der Schlagart der Seile wird in **Gleichschlag** (auch Langschlag oder Längschlag genannt) und **Kreuzschlag** unterschieden.

**Gleichschlag:** Die Drähte in den Litzen haben die gleiche Schlagrichtung wie die Litzen im Seil, Kurzzeichen **zZ** oder **sS**.

**Kreuzschlag:** Die Drähte in den Litzen haben entgegengesetzte Schlagrichtungen wie die Litzen im Seil, Kurzzeichen **zS** oder **sZ**.

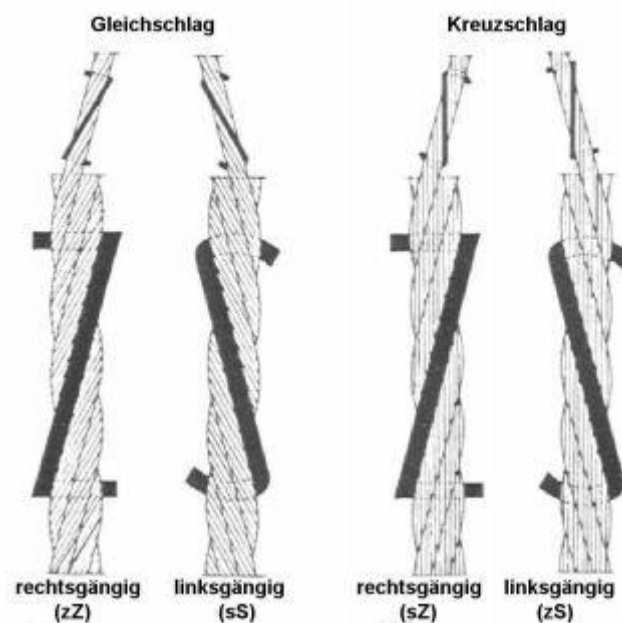


Abbildung 8 Schlagarten der Seile [7 S. 3]



#### 2.2.4.1.3 Querschnittsformen der Litze

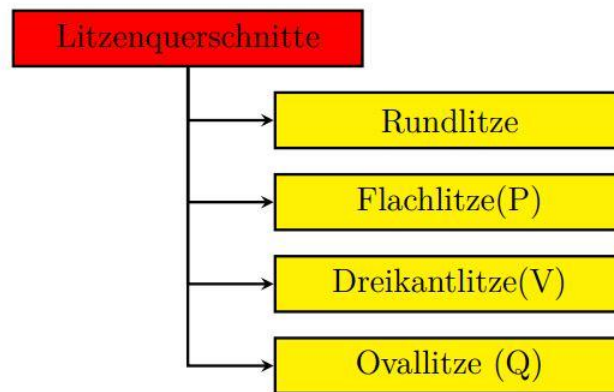


Abbildung 9 Litzenquerschnitte nach DIN EN 12385 – 2 (eigene Darstellung)

#### 2.2.4.1.4 Verseilungsarten der Litze

##### 2.2.4.1.4.1 Standardverseilung

Die Drahtlagen der Litzen haben unterschiedliche Schlaglängen. Die Drähte zweier aufeinanderliegender Drahtlagen überkreuzen sich und berühren sich punktförmig. Litzen dieser Art enthalten im Allgemeinen Drähte gleichen Durchmessers. Für die Verseilung jeder Drahteinlage ist ein besonderer Arbeitsgang notwendig.

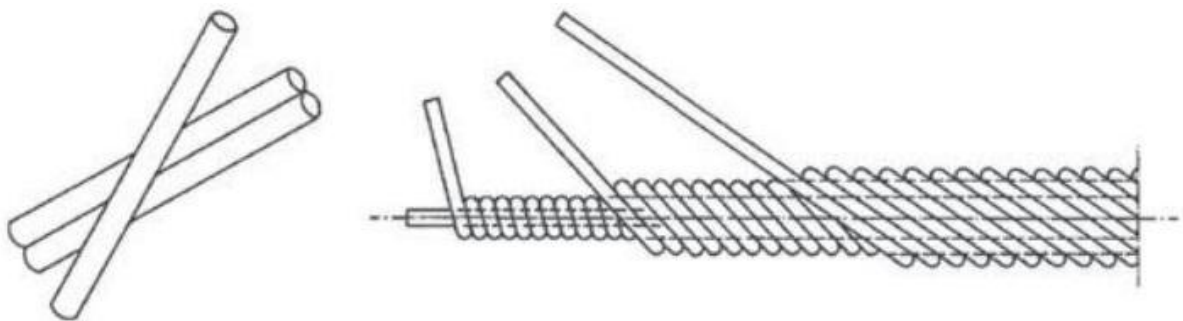


Abbildung 10 Standardverseilung

##### 2.2.4.1.4.2 Parallelschlaglitzen (Parallelverseilung)

Parallelschlaglitzen sind Litzen mit mehreren Drahtlagen, bei denen die Schlaglängen aller Drahtlagen gleich sind. Die Drähte aufeinanderliegender Drahtlagen sind zueinander parallel und berühren sich linienförmig. Die Drahtlagen haben verschiedene Schlagwinkel und unterschiedlich dicke Drähte. Sämtliche Drähte der Litze müssen in einem Arbeitsgang verseilt werden. Man unterscheidet in drei verschiedene Grundausführungen (Seale, Warrington und Filler), bei denen jeweils der Litzenkern aus einem Runddraht besteht, um den zwei oder mehrere Drahtlagen geschlagen sind.

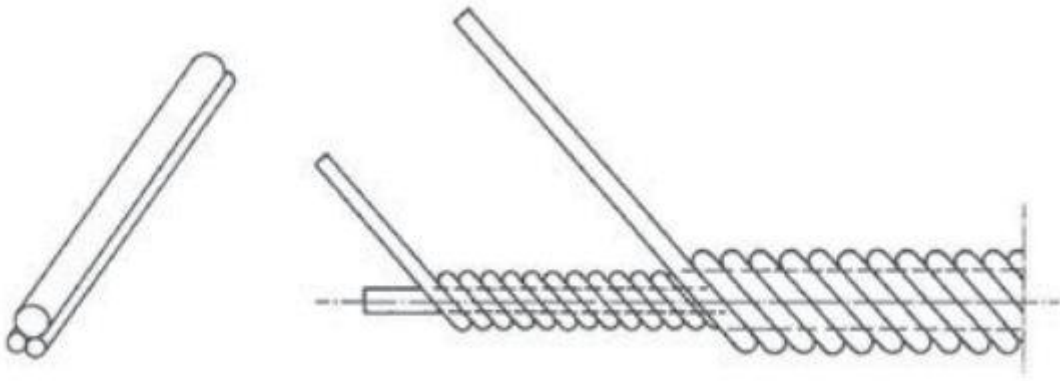


Abbildung 11 Parallelverseilung

**Seale – Litze** Die Anzahl der Drähte beider Lagen ist gleich. Die Drähte der äußeren Drahtlage sind dicker als die der inneren. Innerhalb jeder Lage haben sie den gleichen Durchmesser. Die Außendrähte liegen in den von den dünneren Innendrähten gebildeten Rillen. Die Seale – Litze besteht somit aus  $1 + n + n$  Drähten, mit  $n = 3, 4, 5, \dots$  Die gebräuchlichste Variante der Seal – Litze ist Seale 19 und besteht aus  $1 + 9 + 9$  Drähten.

**Warrington – Litze** Die Innenlage besteht aus Drähten gleichen Durchmessers. Die äußere Lage besteht aus doppelt so vielen, und zwar abwechselnd dicken und dünnen Drähten. Die dickeren Drähte der Außenlage liegen in den von Drähten der Innenlage gebildeten Rillen. Die Warrington – Litze besteht somit aus  $1 + n + (n + n)$  Drähten, mit  $n = 3, 4, 5, \dots$  Drähten.

**Filler – Litze** Die äußere Lage enthält gegenüber der inneren die doppelte Anzahl von Drähten. In den von Innendrähten gebildeten Rillen liegen dünnere Fülldrähte. In den von Innendrähten mit Fülldrähten gebildeten Rillen liegen die äußeren Drähte. Die Filler – Litze besteht aus  $1 + n + n_F + 2n$  Drähten, mit  $n = 3, 4, 5, \dots$  Die gebräuchlichste Variante der Filler – Litze ist die Filler 25 und besteht aus  $1 + 6 + 6 + 12$  Drähten.

Diese drei Ausführungen können auch wahlweise kombiniert in einem Arbeitsgang zu drei- oder mehrlagigen Litzen verseilt werden, wie zum Beispiel: Seale – Filler oder Warrington – Seale.

**Warrington – Seale – Litze** Die erste Litze besteht aus Drähten gleichen Durchmessers. Die zweite Lage besteht aus doppelt so vielen, und zwar abwechselnd dicken und dünnen Drähten. Die dicken Drähte der zweiten Lage liegen in den von Innendrähten gebildeten Rillen. Die Außenlage besteht aus doppelt so vielen Drähten wie die erste Lage. Die Drähte der Außenlage haben alle den gleichen Durchmesser. Sie liegen in den von Drähten der zweiten Lage gebildeten Rillen. Die Warrington – Seale – Litze besteht aus  $1 + n + (n + n) + 2n$  Drähten, mit  $n = 3, 4, 5, \dots$  Die gebräuchlichste Variante der Warrington – Seale – Litze ist die Warrington – Seale 36 und besteht aus  $1 + 7 + (7 + 7) + 14$  Drähten.

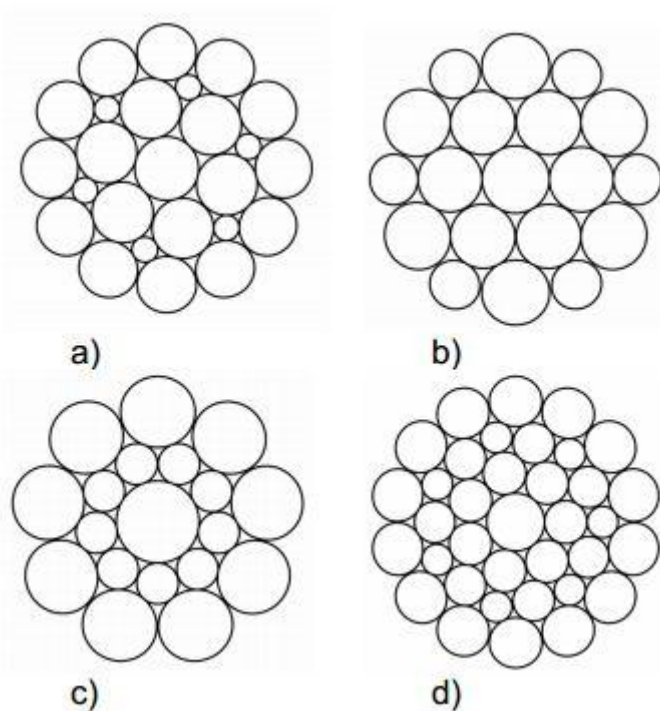


Abbildung 12 Grundausführungen von Parallelschlaglitzen [7 S. 10]

#### 2.2.4.2 Konstruktion des Seiles

Man unterscheidet Seile in einfacher Verseilung (**Spiralseil**) und Seile in mehrfacher Verseilung (**Litzenseil**).

Ein **Spiralseil** besteht aus einer oder mehreren Lagen von Drähten, die schraubenlinienförmig teils rechts-, teils linksgängig um einen Kerndraht gewunden sind. Es gleicht damit im Aufbau einer Rundlitze.

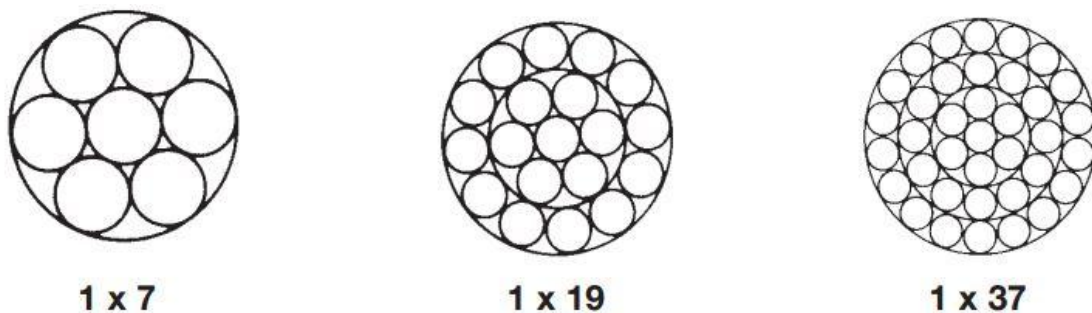


Abbildung 13 Spiralseilquerschnitte

Das **Litzenseil** besteht im Allgemeinen aus einer oder mehreren Lagen von Litzen. Die Litzen sind schraubenlinienförmig um einen Kern gewunden. Dieser Kern, auch Einlage genannt, kann aus einer Fasereinlage oder aus verseilten Drähten (Stahleinlage) bestehen. In Einzelfällen wird die Stahleinlage umspinnen oder umhüllt.

#### 2.2.4.2.1 Der Aufbau eines Rundlitzenseiles

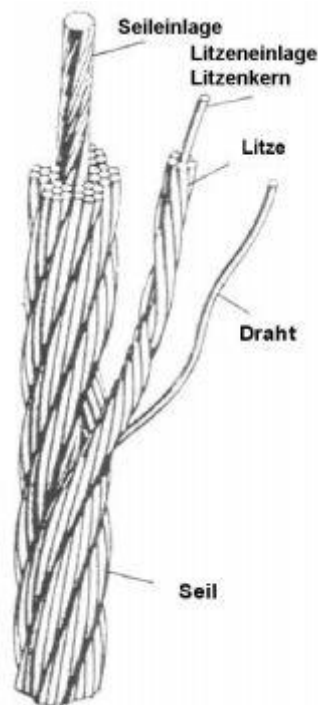


Abbildung 14 Aufbau Rundlitzenseil [7 S. 3]

#### 2.2.4.2.2 Bezeichnungsbeispiel

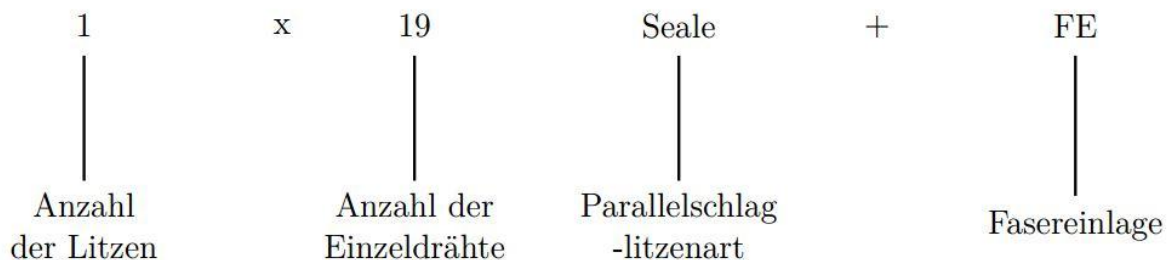


Abbildung 15 Bezeichnungsbeispiel Seilkonstruktion (Eigene Darstellung)

#### 2.2.4.3 Einlagen der Litzen und Seile

*Einlagen von Litzen* bestehen entweder aus einem Draht (Rund- oder Formdraht) oder verseilten Runddrähten, aus Faserdrähten oder Faserstoffen.

*Einlagen von Seilen* bestehen aus verseilten Faserstoffen, Drähten oder einer Kombination von beidem.

**Fasereinlagen (FC)** bestehen aus Naturfasern (NFC) oder Synthetikfasereinlagen (SFC).

Fasereinlagen aus Naturfasern sind gegen Feuchtigkeitseinwirkung empfindlich, da sie Wasser aufnehmen. Außerdem sind sie auch gegen Säuren und Alkalien empfindlich.

Fasereinlagen aus Chemiefasern nehmen kein Wasser auf und eignen sich daher als

Einlage für Drahtseile, die hoher Feuchtigkeit ausgesetzt sind.  
Wichtige Eigenschaften der Faserstoffe sind in Tabelle 1 aufgelistet.

**Stahleinlagen (WC)** können aus einem Draht, einer Stahllitzeneinlage (WSC) oder Stahlseileinlage (IWRC) bestehen. Als Schmierstoffe werden zum Beispiel:

- Öle,
- Vaseline und
- Bitumenartige Stoffe verwendet.

**Umhüllte Stahlseileinlagen (EPIWRC)** werden häufig mit Kunststoff ummantelt. Die Kunststoffummantelung stabilisiert die Seilgeometrie, verhindert das Austreten von Schmiermitteln aus der Stahlseele und schützt diese vor korrosiven und abrasiven Medien. Das Drehverhalten wird ebenfalls positiv beeinflusst.

Faserart		Dichte in kg/dm <sup>3</sup>	Temperatur		Feuchtigkeit Feuchtig- keits- aufnahme in %	Chemische Beständigkeit					
			Schmelzpunkt in °C	zulässiger Verwen- dungsbereich in °C		Säuren		Laugen		Mineralöl und -fette	Tierische und pflanzli- che Öle
Natur- faser	Manila Sisal	1,36 bis 1,40	brennt bei 165	von -25 <sup>*)</sup> bis +80	10	-	-	-	-	+	+
Chemiefaser	Polyamid	1,14	225 bis 250	von -30 bis +120	3,5	-	-	+	-	+	+
	Poly- propylen	0,91 bis 0,93	163 bis 174	von -25 bis +80	0,01	+	-	+	-	o	o
	Polyester	1,36 bis 1,38	260	von -30 bis +150	1,5	+	-	o	o	+	+

<sup>\*)</sup> Bei Frost ist dieser Faserart wegen ihrer Neigung zur Feuchtigkeitsaufnahme gefährdet.

- nicht beständig

+ beständig

o bedingt beständig

**Tabelle 1 Eigenschaften von Faserstoffen**

#### 2.2.4.4 Einteilung der Seilarten

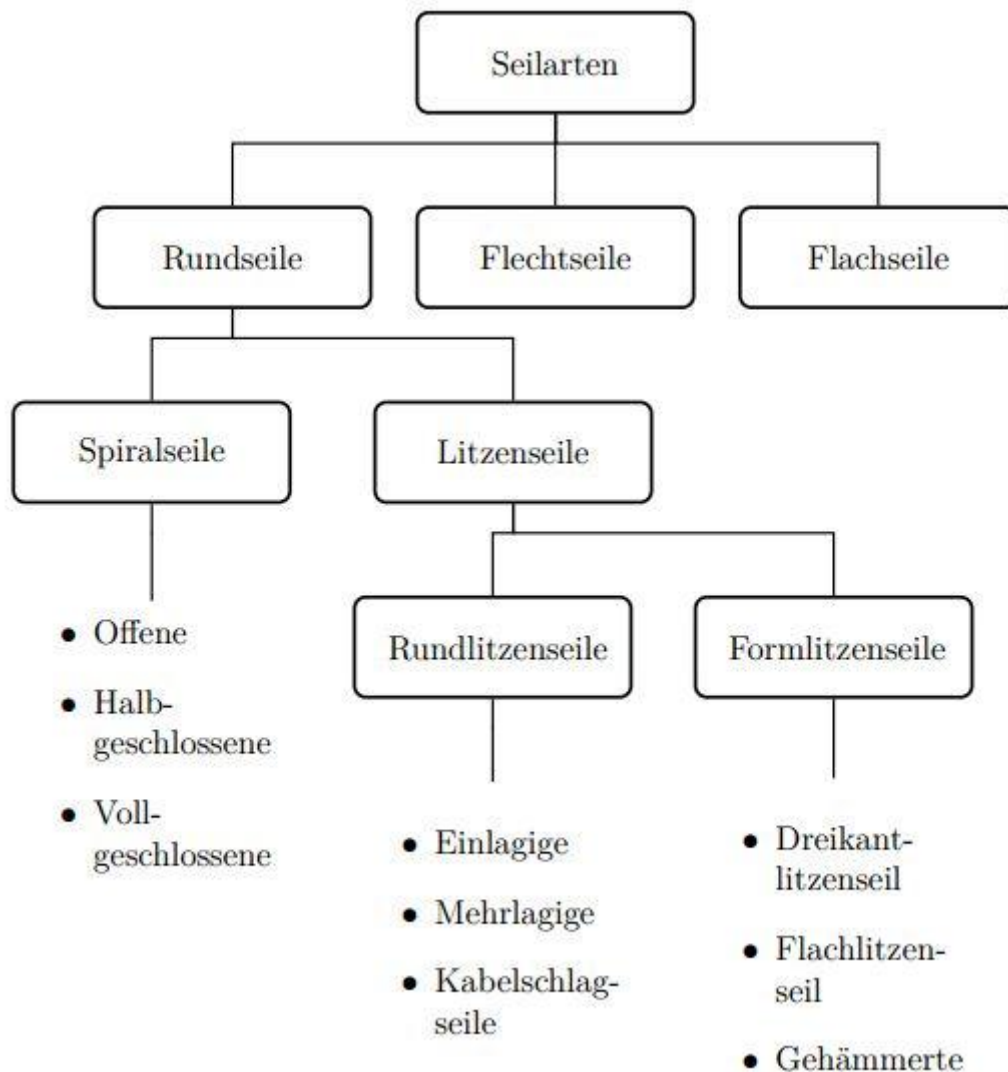


Abbildung 16 Einteilung der Seilarten (Eigene Darstellung)

#### 2.2.4.5 Drehverhalten von Drahtseilen

Das Drehverhalten kennzeichnet die Reaktion der Seilkonstruktion auf eine Seilzugkraft. Das entstehende Drehmoment wird auch „Belastungsdrall“ genannt und führt zu einer Verdrehung des Seils. Durch die Verdrehung entsteht ein neuer Gleichgewichtszustand. Es wird in **nicht drehungsfreie**, **drehungsarme** und **drehungsfreie** Seile gegliedert.

**Nicht drehungsfreie Seile** Ein Drahtseil gilt als nicht drehungsfrei, wenn es sich unter einer Einwirkung einer ungeführten Last relativ stark um seine Längsachse dreht und/oder wenn es bei geführten Seilenden ein relativ großes Drehmoment auf die Befestigung ausübt. Nach DIN ISO 21669 bedeutet dies für den Drehwinkel:

$$\varphi < 1440^\circ$$

**Drehungsarme Seile** Ein Drahtseil gilt als drehungsarm, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nur wenig um seine Längsachse dreht und/oder wenn es bei geführten Seilenden nur ein kleines Drehmoment auf die Endbefestigungen ausübt. Diese Eigenschaft wird nur durch bestimmte Seilmacharten, nicht durch Verformung, erreicht. Nach DIN ISO 21669 bedeutet dies für den Drehwinkel:

$$360^\circ < \varphi < 1440^\circ$$

**Drehungsfreie Seile** Ein Drahtseil gilt als drehungsfrei, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nur kaum um seine Längsachse dreht und/oder wenn es bei geführten Seilenden kaum ein Drehmoment auf die Endbefestigung ausübt. Diese Eigenschaft wird nur durch bestimmte Seilmacharten, nicht durch Verformung, erreicht. Ein über dem gesamten Lastbereich absolut drehungsfreies Seil ist nicht herstellbar, ausgenommen Flecht- und Flachseile. Nach ISO 21669 bedeutet dies für den Drehwinkel:

$$-360^\circ < \varphi < 360^\circ$$

**Spannungsarme Seile** Bei spannungsarmen Drahtseilen ist die aus der Verseilung herrührende elastische Rückfederung ganz oder nahezu beseitigt. Der spannungsarme Zustand wird durch Verformung von Drähten und Litzen vor der Verseilung erzielt. Diese Seile haben gegenüber nicht spannungsarmen Seilen eine deutlich höhere Lebensdauer. Spannungsarme Seile können in jeder Kombination der Drehungsart von Drahtseilen hergestellt werden.

#### **2.2.4.6 Berechnungsgrößen der Drahtseile für die Tragfähigkeitsermittlung**

**Füllfaktor  $f$**

$$f = \frac{A}{A_u}$$

dabei ist:

$A$  Metallischer Nennquerschnitt aller Drähte im Seil;

$A_u$  Fläche des Kreises des Seiles;

**Faktor für den metallischen Nennquerschnitt  $C$**

$$C = f \cdot \frac{\pi}{4}$$

dabei ist:

$f$  Füllfaktor;

### Metallischer Nennquerschnitt $A$

$$A = C \cdot d^2$$

dabei ist:

$C$  Faktor für den metallischen Nennquerschnitt;  
 $d$  Seilnennndurchmesser;

### Mindestbruchkraftfaktor $K$

$$K = \frac{\pi}{4} \cdot f \cdot k$$

dabei ist:

$k$  Verseilfaktor;  
 $f$  Füllfaktor;

### Mindestbruchkraft $F_{min}$

$$F_{min} = \frac{d^2 \cdot R_r \cdot K}{1000}$$

dabei ist:

$d$  Seilnennndurchmesser;  
 $K$  Bruchkraftfaktor;  
 $R_r$  Seilsteifigkeitsfaktor;

### 2.2.4.7 Tragfähigkeit (WLL) eines einsträngigen Anschlagseiles

$$WLL = \frac{F_{min} \cdot K_T}{Z_p \cdot g}$$

dabei ist:

$F_{min}$  Mindestbruchkraft des Seiles in Kilonewton;  
 $K_T$  Faktor, der den Wirkungsgrad der Endverbindung berücksichtigt;  
 $Z_p$  Nutzungskoeffizient mit dem Wert 5;  
 $g$  Verhältnissfaktor von Masse und Kraft mit dem Wert 9,80669;

**ANMERKUNG** Bei Seilverbindungen mit Pressklemmen muss  $K_T$  den Wert 0,9 und bei gespleißten Seilendverbindungen den Wert 0,8 haben.



#### 2.2.4.8 Tragfähigkeit (WLL) eines Endlosseiles

$$WLL = \frac{F_{min} \cdot 2 \cdot 0,8}{Z_p \cdot g}$$

dabei ist:

- $F_{min}$  Mindestbruchkraft des Seiles in Kilonewton;  
 $Z_p$  Nutzungskoeffizient mit dem Wert 5;  
 $g$  Verhältnissfaktor von Masse und Kraft mit dem Wert 9,80669;

**ANMERKUNG 1** Bei dieser Berechnung wird angenommen, dass Endlosseile gewöhnlich im Schnürgang angewendet werden ( $2 \cdot 0,8$ ). Der Einfluss der Schnürrung überwiegt den Einfluss des Wirkungsgrades der Seilendverbindung und ist, da die beiden Einflüsse nicht kumulativ sind, der dominierende Faktor.

#### 2.2.4.9 Tragfähigkeit (WLL) eines mehrsträngigen Anschlagseiles

**ANMERKUNG** Die nachfolgende Formel gilt nur wenn folgende Bedingung eingehalten ist. Symmetrisch angeordnete Stränge, wobei alle Stränge den gleichen Neigungswinkel haben.

$$WLL = \frac{F_{min} \cdot K_T \cdot K_L}{Z_p \cdot g}$$

dabei ist:

- $F_{min}$  Mindestbruchkraft des Seiles in Kilonewton;  
 $K_T$  Faktor, der den Wirkungsgrad der Endverbindung berücksichtigt;  
 $Z_p$  Nutzungskoeffizient mit dem Wert 5;  
 $g$  Verhältnissfaktor von Masse und Kraft mit dem Wert 9,80669;  
 $K_L$  Faktor, der die Zahl der Stränge und den Neigungswinkel berücksichtigt;

**ANMERKUNG 2** Bei Seilendverbindungen mit Pressklemmen muss  $K_T$  den Wert 0,9 und bei gespleißten Seilendverbindungen den Wert 0,8 haben.

#### 2.2.4.10 Ablegereife von Stahldrahtseilen

- (1) Bruch der Litze
- (2) Aufdoldung
- (3) Lockerung der äußeren Lage
- (4) Quetschungen
- (5) Knicke und Klinken (Klanken)
- (6) Korrosionsnarben
- (7) Beschädigungen oder Abnutzung der Seilendverbindung

## 2.2.5 Allgemeines zu Faserseilen

### 2.2.5.1 Werkstoffe für Faserseile

Die Werkstoffe der Faserseile werden in zwei Hauptgruppen unterteilt. Den Pflanzenfasern, wie Hanf (Ha), Manila (Ma), Sisal (Si) und einigen anderen Pflanzenfasern, deren Verwendung meist örtlicher Bedeutung ist. Und den Chemie- /Synthetikfasern, wie Polypropylen (PP), Polyethylen (PE), Polyester(PES) und Polyamid. Chemiefaserseile aus Polyethylen und Naturfaserseile aus Baumwolle sind **nicht** als Anschlag – Faserseile **zulässig**. Diese müssen einen Seil - Ø von mindestens 16 mm aufweisen.

#### 2.2.5.1.1 Kennzeichnung und Gebrauchseigenschaften der Werkstoffe

##### (1) Hanf – Faserseile

Gebrauchseigenschaften: Hanf – Faserseile haben eine gute Griffigkeit und Handhabung sowie eine geringe Längenänderung bei der Belastung. Sie laden sich nicht elektrostatisch auf. Sie sind jedoch verrottungsanfällig bei Feuchtigkeitseinfluss.

Kennzeichnung: Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Hanf – Anschlag – Faserseilen ist "Grün".

##### (2) Manila – Faserseile

Gebrauchseigenschaften: Manila – Faserseile haben eine geringe Längenänderung bei der Belastung. Bei Feuchtigkeitseinfluss sind sie sehr verrottungsanfällig. Sie laden sich nicht elektrostatisch auf und besitzen einen geringen Abrieb.

Kennzeichnung: Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Manila – Anschlag – Faserseilen ist "Schwarz".

##### (3) Sisal – Faserseile

Gebrauchseigenschaften: Sisal – Faserseile haben eine hohe Reiß- und Scheuerfestigkeit. Die Resistenz gegenüber Feuchtigkeit ist sehr hoch.

Kennzeichnung: Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Sisal – Anschlag – Faserseilen ist "rot".

##### (4) Polypropylen – Faserseile

Gebrauchseigenschaften: Polypropylen – Faserseile sind überwiegend chemisch beständig und gut handhabbar. Die geringere Temperaturbeständigkeit gegenüber anderen Faserseilen aus synthetischen Faserstoffen ist zu beachten.

Kennzeichnung: Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Polypropylen – Anschlag – Faserseilen ist "Braun".

##### (5) Polyamid – Faserseile

Gebrauchseigenschaften: Polyamid – Faserseile haben eine gute Handhabung und eignen sich gut für dynamische Belastungsfälle. Sie sind jedoch anfällig gegen Säuren und haben im nassen Zustand einen Festigkeitsverlust von bis zu 15%.

**Kennzeichnung:** Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Polyamid – Anschlag – Faserseilen ist "Grün".

#### (6) Polyester – Faserseile

**Gebrauchseigenschaften:** Polyester – Faserseile haben eine gute Handhabung und eine geringe Längenänderung bei der Belastung. Sie sind überwiegend chemikalienbeständig.

**Kennzeichnung:** Die Farbe der Kennzeichnungsträger bei einsträngigen und endlosen Polyester – Anschlag – Faserseilen ist "blau".

Werkstoff \ Eigen- schaften	Feinheits- bezogene Höchst- zugkraft*) Faser cN/tex	Reiß- dehnung Faser %	Abfall durch Feuch- tigkeit %	Dichte kg/dm <sup>3</sup>	Schmelz- punkt °C	Lichtbe- ständig- keit	Chemische Empfind- lichkeit	Feinheitsbezo- gene Knoten- höchstzug- kraft*) %
Polypropylen (PP) Drähte Bändchen Multifile	über 47 bis 47 47 bis 75	15 bis 25 7 bis 20 7 bis 25	≈0	0,91	165	nur aus- gerüstet gut	unempfindlich	70 bis 90
Polyethylen (PE)	(über 40)	≈20	≈0	0,95 bis 0,96	135			50 bis 75
Polyamid (PA) PA 6 PA 6.6	65 bis 85	12 bis 25	≈10	1,14	215 250	gut	empfindlich gegen Säuren	50 bis 70
Polyester (PES)	(über 60) 65 bis 85	10 bis 20	≈0	1,38	260	sehr gut	säureunempfindlich alkaliempfindlich	40 bis 60
Aramid	200	2 bis 5	≈0	1,44	480	mäßig	empfindlich gegen bestimmte Säuren	25 bis 40

\*) Die feinheitsbezogene Höchstzugkraft in cN/tex entspricht der Reißlänge in km

**Tabelle 2 Vergleich Eigenschaften Chemiefaserstoffe**

#### **2.2.5.2 Machart von Faserseilen**

Seile werden durch das Bündeln von Fasern oder Garnen gebildet. Durch eine möglichst hohe Komprimierung soll eine Verringerung des Seilgewichts und eine hohe Ausnutzung der Festigkeit der Einzelfasern erreicht werden. Bei gleich großem Durchmesser haben Synthetikfasern eine höhere Bruchkraft als Seile aus Naturfasern. Prinzipiell wird die Machart in zwei Kategorien eingegliedert. In die "gedrehten Seile" und "geflochtene Seile" und deren Untergruppen.

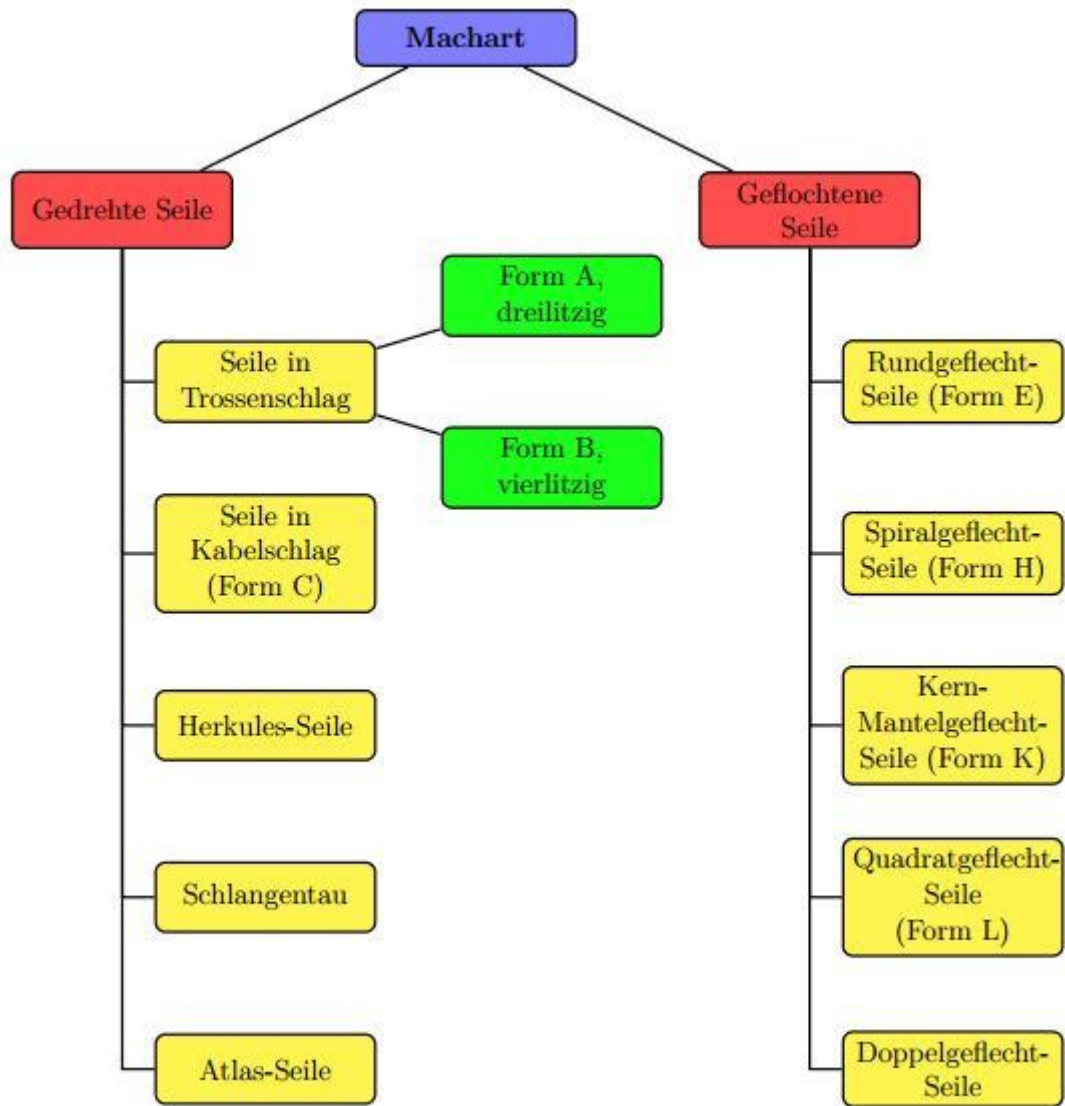


Abbildung 17 Einteilung der Machart von Faserseilen (Eigene Darstellung)

### 2.2.5.3 Ablegereife bei Faserseilen

#### Bei Naturfaserseilen:

- (1) Bruch der Litze
- (2) Mechanische Beschädigungen, starker Verschleiß oder Auflockerungen
- (3) Herausfallen von Fasermehl beim Aufdrehen des Seiles
- (4) Schäden infolge feuchter Lagerungen oder Einwirkungen aggressiver Stoffe
- (5) Garnbrüche in großer Zahl, z.B.: 10% der Gesamtgarnzahl am stärksten beschädigten Querschnitt
- (6) Lockerungen der Spleiße

#### Bei Chemiefaserseilen

- (1) Bruch der Litze
- (2) Garnbrüche in großer Zahl, z.B.: durch innere oder äußere Reibung, Wärmestrahlung

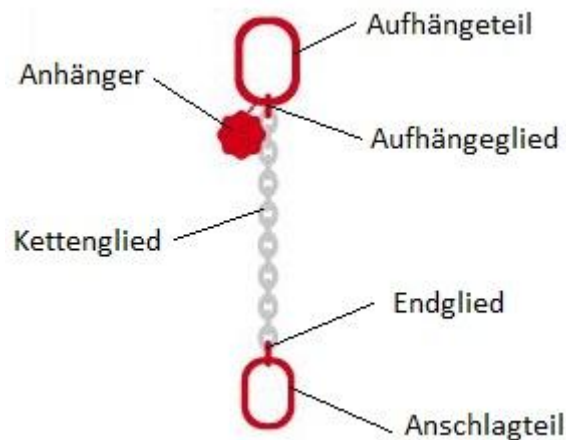
- (3) Lockerung der Spleiße
- (4) Schäden infolge Einwirkung aggressiver Stoffe

## 2.2.6 Allgemeines zu Anschlagketten

**Definition:** Anschlagketten sind Anschlagmittel, die eine Verbindung zwischen Tragmittel und Last oder Tragmittel und Lastaufnahmemittel herstellen.

### 2.2.6.1 Kettenaufbau

Eine einfache Anschlagkette besteht aus einem Aufhängeteil, dem Kettenstrang und einem Anschlagteil. Der Kettenstrang setzt sich aus einem Aufhängeglied, den Kettengliedern und dem Endglied zusammen.



**Abbildung 18 Kettenaufbau und Bezeichnung** (Eigene Darstellung)

### 2.2.6.2 Kettennormen und Güteklassen

An der Anhängerform der Ketten ist zu erkennen welche Güteklasse die jeweilige verwendete Anschlagkette besitzt.










Güteklasse	2	5	8	
Norm	DIN 32891	DIN 5687 Teil 1	DIN 5687 Teil 3 DIN EN 818	Sondergüte
Bruchspannung	250 N/mm <sup>2</sup>	500 N/mm <sup>2</sup>	800 N/mm <sup>2</sup>	> 940 N/mm <sup>2</sup>
Werkstoff DIN 17115	U-St 35	Edelstahl	Edelstahl	Ni 0,7 % Cr 0,4 % Mo 0,15 %
Tragfähigkeit, Prüf-, Bruchkraft	1 : 2 : 4	1 : 2,5 : 4		
Gütezeichen Hersteller-Kennzahl		5 	8 	8S VIP- 
Kennzeichnung Form und Farbe	 farblos	 grün	 rot	 pink

Tabelle 3 Norm, Kennzeichnung und Güteklasse von Ketten

### 2.2.6.3 Kennzeichnung der Ketten

Die Kennzeichnung der Ketten erfolgt einerseits über einen Prüfstempel, der ab Güteklasse 2 bis derzeit Güteklasse 8 und Sondergüte, zusätzlich auf dem ungeschweißten Gliederschenkel aufgebracht wird. Andererseits über einen Anhänger, der mit am Aufhängeglied befestigt wird. Die unterschiedlichen Prüfstempel werden der Güteklasse zugeordnet, siehe Tabelle 3 Norm, Kennzeichnung und Güteklasse von Ketten. Für eine deutlich erkennbare Unterscheidung der Güteklassen werden ebenfalls die Anhänger mit unterschiedlicher Form und Farbe der Güteklasse zu geordnet, siehe Tabelle 3 Norm, Kennzeichnung und Güteklasse von Ketten. Auf den Anhängern der Anschlagketten muss folgendes dauerhaft und leicht erkennbar eingeschlagen oder geprägt sein:

- (1) Ein Sinnbild für den max. Neigungswinkel;
- (2) Die Tragfähigkeit in kg oder to, bei mehrsträngigen Ketten für

- Neigungswinkel bis  $45^\circ$
  - Neigungswinkel von  $45^\circ$  bis  $60^\circ$ ;
- (3) Eine Kennzahl für die Anzahl der Kettenstränge;
- (4) Eine Kennzahl für die Nenndicke der Kette;

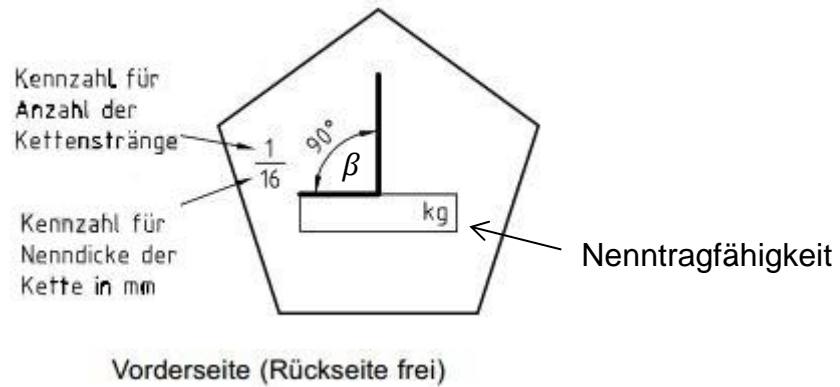


Abbildung 19 Beispiel Anhänger Güteklasse 5, einstrangig [9 S. 5]

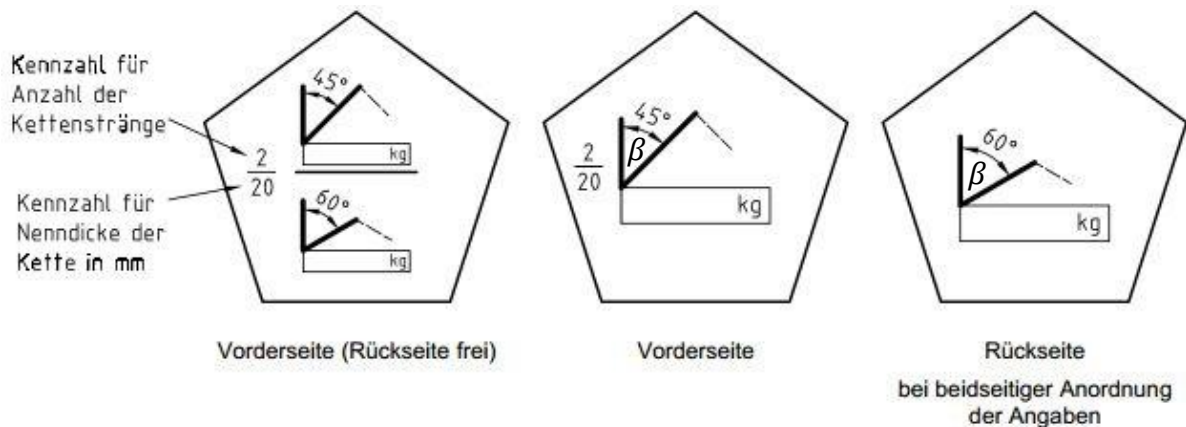


Abbildung 20 Beispiel Anhänger Güteklasse 5, mehrstrangig [9 S. 5]

#### 2.2.6.4 Ablegereife von Anschlagketten

Ketten sind abzulegen, wenn:

- (1) eine mechanische Beschädigung und Quetschung, Einkerbung oder Rissbildung sichtbar ist.
- (2) eine Deformation durch Verbiegen, Verdrehen oder Eindrücken erkennbar ist.
- (3) die Längenänderung der ganzen Kette oder eines einzelnen Gliedes um mehr als 5% gemessen wird.
- (4) die Abnahme der Gliederstärken an irgendeiner Stelle um mehr als 10% abgenommen hat.

## 2.2.7 Hebebänder und Rundschlingen

### 2.2.7.1 Werkstoffe und Temperaturbereiche

Als Werkstoffe für die Hebebänder und Rundschlingen werden Polyester (PE), Polyamid (PA) und Polypropylen (PP) verwendet.

**Polyester / Polyamid:** - 40°C bis +100°C

**Polypropylen:** - 40°C bis +80°C

### 2.2.7.2 Tragfähigkeit und Farbcodierung

WLL des genähten Gurtband-Einzelteils	Farbe des genähten Gurtband-Einzelteils	Tragfähigkeiten in Tonnen								
		Direkt	Schnürgang	Umgelegt		Zweisträngiges Hebeband		Drei- und viersträngiges Hebeband		
				Parallel	$\beta = 0^\circ \text{ bis } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ bis } 60^\circ$	$\beta = 0^\circ \text{ bis } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ bis } 60^\circ$	$\beta = 0^\circ \text{ bis } 45^\circ$	$\beta = 45^\circ \text{ bis } 60^\circ$
		M = 1	M = 0,8	M = 2	M = 1,4	M = 1	M = 1,4	M = 1	M = 2,1	M = 1,5
1,0	violett	1,0	0,8	2,0	1,4	1,0	1,4	1,0	2,1	1,5
2,0	grün	2,0	1,6	4,0	2,8	2,0	2,8	2,0	4,2	3,0
3,0	gelb	3,0	2,4	6,0	4,2	3,0	4,2	3,0	6,3	4,5
4,0	grau	4,0	3,2	8,0	5,6	4,0	5,6	4,0	8,4	6,0
5,0	rot	5,0	4,0	10,0	7,0	5,0	7,0	5,0	10,5	7,5
6,0	braun	6,0	4,8	12,0	8,4	6,0	8,4	6,0	12,6	9,0
8,0	blau	8,0	6,4	16,0	11,2	8,0	11,2	8,0	16,8	12,0
10,0	orange	10,0	8,0	20,0	14,0	10,0	14,0	10,0	21	15,0
über 10,0	orange									

M = Anschlagfaktor für symmetrische Belastung. Die Bedienungsstoleranz für Hebebänder oder Hebebandteile, die als vertikal angegeben sind, beträgt 16°.

Tabelle 4 Tragfähigkeit und Farbcodierung Hebebänder und Rundschlingen

### 2.2.7.3 Schlaufenarten der Hebebänder

- (1) Flache Schlaufe
- (2) Gedrehte Schlaufe
- (3) Eingelegte Schlaufe mit  $\frac{1}{2}$  Breite von einer Seite
- (4) Eingelegte Schlaufe mit  $\frac{1}{2}$  Breite von zwei Seiten
- (5) Eingelegte Schlaufe mit  $\frac{1}{3}$  der Breite

### 2.2.7.4 Kennzeichnung

#### Allgemein

Die Kennzeichnung von Hebebändern und Rundschlingen müssen mindestens folgende Angaben besitzen:

- (1) Tragfähigkeit bei Anschlagart „direkt“;
- (2) Werkstoffe des Hebebandes oder Rundschlinge;



- (3) Güteklasse der Beschlagteile;
- (4) Nennlänge in Meter;
- (5) Name des Herstellers, Symbol, Warenzeichen oder eine andere eindeutige Identifizierung;
- (6) Rückverfolgbarkeitscode;
- (7) Nummer der Europäischen Norm und des zutreffenden Teils;

Weitere mögliche Kennzeichnungen sind:

- (8) Herstellungsjahr;
- (9) CE - Zeichen;
- (10) Tragfähigkeit bei gebräuchlichen Anschlagarten;

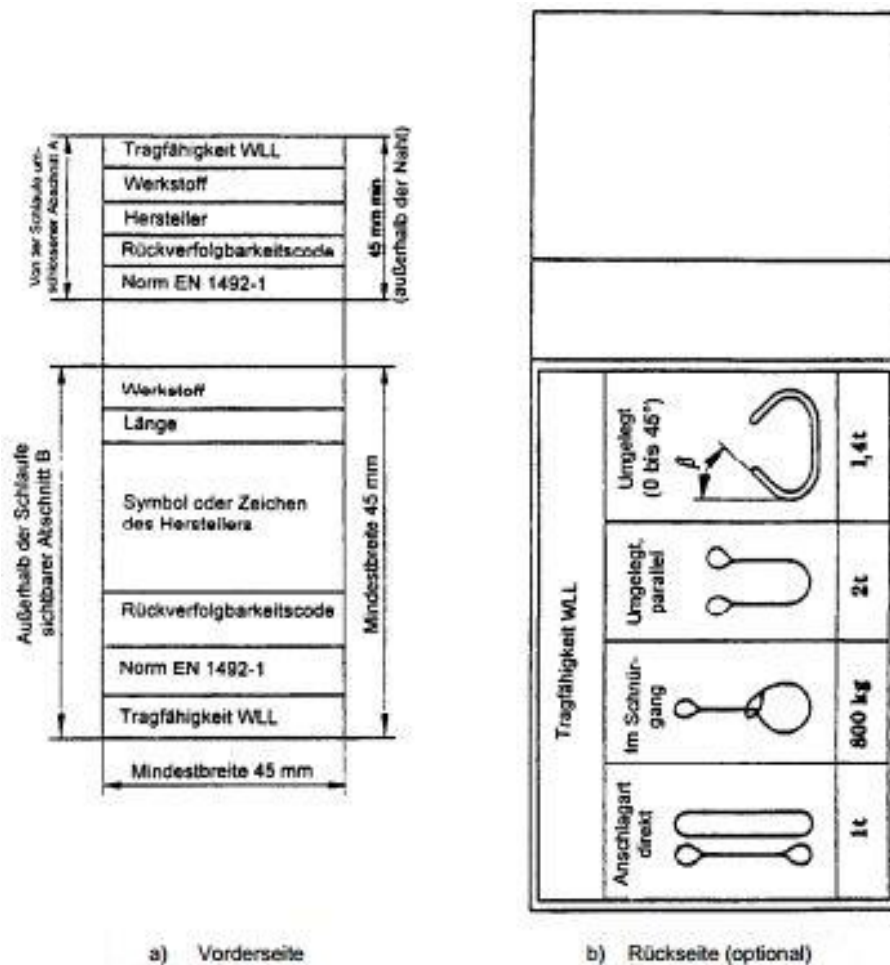


Abbildung 21 Etikette für Hebeband und Rundschlinge [10 S. 21]

Die **Kennzeichnungsetiketten** werden in Farben der zugehörigen Werkstoffe markiert.

- Polyester blau
- Polyamid grün
- Polypropylen braun

### **2.2.7.5 Ablegereife von Hebebändern und Rundschnitten**

Ein Hebeband oder eine Rundschnitte ist ablegereif, wenn:

- (1) die Anzahl der Garnbrüche bzw. der Garneinschnitte mehr als 10% des Gesamtquerschnittes überschreitet.
- (2) eine Beschädigung der tragenden Nähte besteht.
- (3) eine Verformung durch Wärmeinfluss, wie z.B. durch Strahlung, Reibung oder Berührung besteht.
- (4) der Einfluss von aggressiven Stoffen, wie Säuren, Laugen oder Lösemittel besteht.
- (5) eine sichtbare Beschädigung der Ummantelung und der Einlage zu erkennen ist.
- (6) die Kennzeichnung fehlt oder unlesbar ist.

## **2.3 Auflistung der Einflussgrößen**

- (1) Hebezeug
  - a) Typen
  - b) Tragfähigkeit
- (2) Bauteil
  - a) Gewicht
  - b) Geometrie
  - c) Oberflächenbeschaffenheit
  - d) Bewegungsarten
- (3) Anschlagmittel
  - a) Art
  - b) Länge
  - c) Tragfähigkeit
  - d) Anschlagvarianten
  - e) Anzahl der Stränge
  - f) Eigengewicht
- (4) Anschlagpunkte
  - a) Art
  - b) Befestigungspunkte
  - c) Tragfähigkeit

## 2.4 Analyse der Einflussgrößen

### 2.4.1 Kategorie Hebezeuge

#### 2.4.1.1 Typen von Hebezeugen

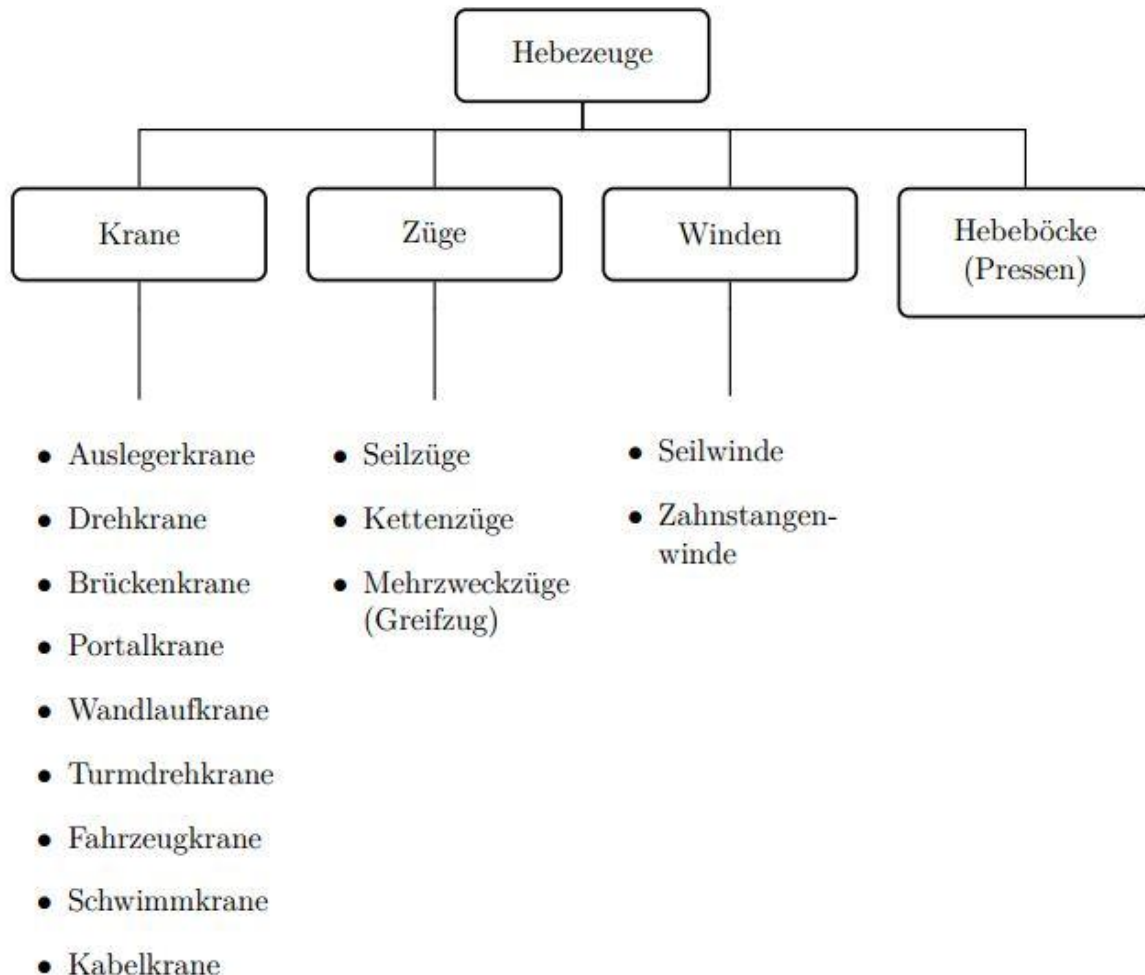


Abbildung 22 Einteilung Hebezeuge (Eigene Darstellung)

Die Auswahl des geeigneten Hebezeuges ist abhängig von der zu überwindenden Strecke, Tragfähigkeit, Hebezeiten und Untergrund. Hauptsächlich werden auf der Baustelle von Industriemontagen, Krane verwendet.

#### 2.4.1.2 Tragfähigkeit der Hebezeuge

Die erforderliche Tragfähigkeit des Hebezeuges wird durch summieren des Bauteilgewichts und des der Lastaufnahmemittel ermittelt. Mit dem Ergebnis kann in einer Belastungstabelle, wie im ANHANG B, ausgewählt werden welcher Kran verwendet werden kann. Dabei ist bei der Auswahl zu beachten, dass ein Kran an verschiedenen Auslegerpositionen eine andere Tragfähigkeit besitzt.

## 2.4.2 Kategorie Bauteil

### 2.4.2.1 Einteilung der Bauteilformen

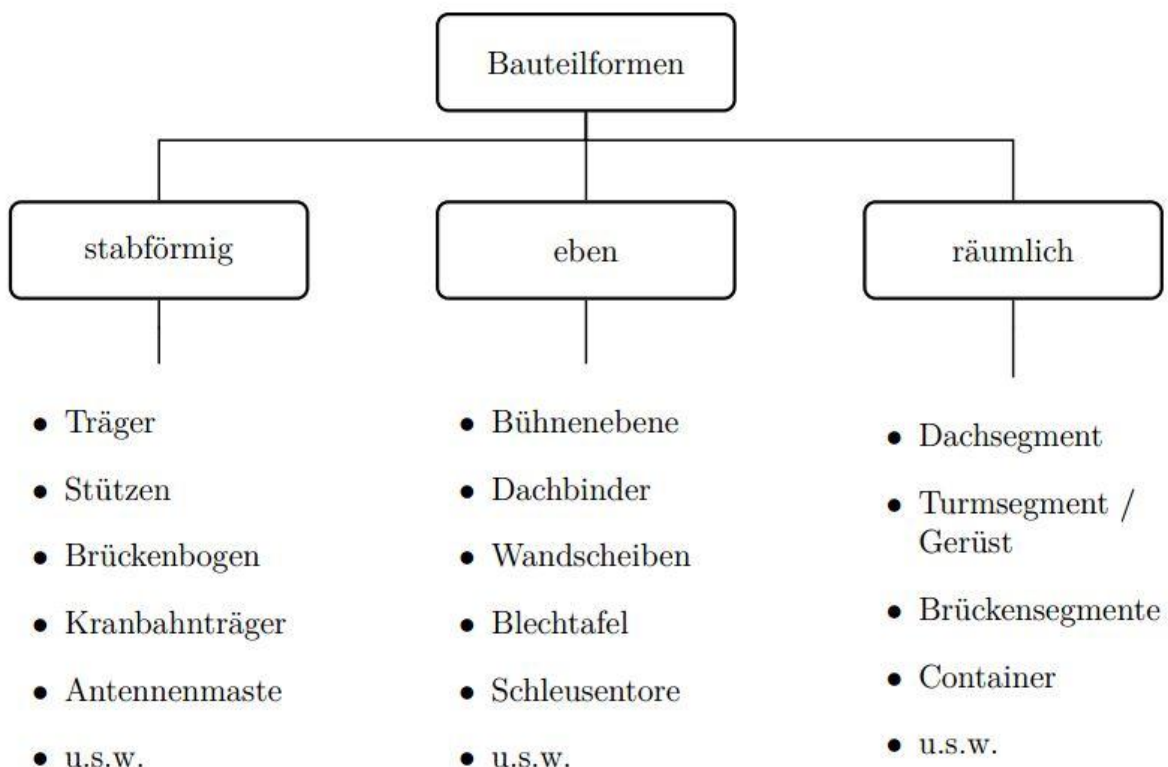


Abbildung 23 Einteilung Bauteilformen (Eigene Darstellung)

### 2.4.2.2 Bauteilgewicht

Das Bauteilgewicht ist in vielerlei Hinsicht ein sehr wichtiger Aspekt. In den meisten Fällen der Montage ist das Gewicht des zu hebenden Bauteils vorgegeben und sollte nur noch aus den technischen Dokumentationen herausgesucht werden. Im Stahlbau sind dies in der Regel die Stücklisten, in denen die Gewichte der Konstruktion festgehalten sind. Mit der Kenntnis des Bauteilgewichtes wird die Tragfähigkeit des Hebezeuges, Anschlagmittels und der Anschlagpunkte gewählt. Des Weiteren ermöglicht es mit Hilfe der Geometrie und der Massenverteilung die Schwerpunktlage, von ebenen und räumlichen Bauteilen, zu ermitteln.

### 2.4.2.3 Geometrie

Die Bauteilform des jeweiligen zu hebenden Objekts spielt eine große Rolle für die Planung und die Realisierung der Hebeprozesse. Es beeinflusst das Heben vom Anlieferungsmedium, Aufrichten in die Einbaulage, sowie Transport zur Einbaustelle. Über die Form kann die Symmetrie der Bauteile ermittelt werden. Sie entscheidet die Platzierung der Anschlagpunkte um die Belastung des ausgewählten Anschlagmittels gleichmäßig (optimaler Fall) oder annähernd gleichmäßig zu verteilen. Bei der Asymmetrie kann diese gleichmäßige Verteilung der Belastung nicht gewährleistet werden. Ebenso wenn das Bauteil in gewissen Neigungen eingebaut werden soll, wie zum Beispiel: Eine Strebe zwischen zwei Gebäuden die im 3. Stock beginnt und

im 7. Stock endet. Eine Bestimmung des Schwerpunktes ermöglicht die optimalen Ausrichtungen des Bauteils unter dem Kranhaken.

#### 2.4.2.3.1 Einteilung Bauteilformen für Schwerpunktberechnung

- (1) Ebene Bauteil / Vormontage (VM) – Segmente  
*vorwiegend bestehend aus Einzelstäben*
  - a) Träger bzw. Stützen
  - b) Bühnensegmente im Kraftwerks- und Anlagenbau
  - c) Gebogene Träger im Brückenbau
- (2) Ebene Bauteile bestehend aus Volumenkörpern  
*Bauteile die aus Blechen zusammengesetzt sind und Bauteile deren Abmessung in x – und y – Richtung ein Vielfaches größer sind als in z – Richtung.*
  - a) Zusammengesetzte Brückenträger
  - b) Verkleidungsteile im Kraftwerksbau
- (3) Räumliche Bauteile  
*vorwiegend bestehend aus Einzelstäben*
  - a) Raumfachwerk
  - b) Gittertürme / - Maste
- (4) Räumliche Bauteile bestehend aus Volumenkörpern  
*Bauteile deren Gesamtabmessungen in allen drei Dimensionen ähnlich sind*
  - a) Brückensegmente
  - b) Container

#### 2.4.2.3.2 Schwerpunktermittlung

Über den Satz von Steiner kann mittels der Masse bzw. dem Volumen und dem Abstand im gewählten Bezugskoordinatensystem des Bauteils der gesamte Schwerpunkt ermittelt werden.

$$\begin{array}{l}
 S_x = \frac{M_i \cdot x_i}{M_i} \\
 S_y = \frac{M_i \cdot y_i}{M_i} \\
 S_z = \frac{M_i \cdot z_i}{M_i}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}
 \begin{array}{ll}
 M_i - & \text{Masse Einzelbauteil} \\
 x_i; y_i; z_i - & \text{Schwerpunktlage des Einzelbauteils} \\
 & \text{im Bezugskoordinatensystem}
 \end{array}$$

**ANMERKUNG:** Die gleiche Prozedur kann an Stelle von der Masse mit dem Volumen berechnet werden.

#### 2.4.2.4 Oberflächenbeschaffenheit

Die Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils spielt bei der Auswahl des Anschlagmittels eine gewichtete Rolle. So sollte ein Ingenieur darauf achten ob das zu hebende Objekt eine raue bzw. glatte Oberfläche besitzt oder ob das Bauteil mit Öl bzw. Schmiermittel überzogen ist. Einige der Angebotenen Anschlagmittel sind für bestimmte Situationen nicht ausgelegt, wie zum Beispiel: Sind Drahtseile nicht für glatte

und rutschige Oberflächen geeignet. Es besteht die Gefahr des Verrutschens am oder vom Bauteil herunter.

#### **2.4.2.5 Varianten der Bewegungsarten**

Die Bewegung der zu hebenden Bauteile von Transportmittel zum Einbauort ist ein weiterer Aspekt, welcher nicht vernachlässigt werden sollte. Durch das Anheben, Wenden, Aufrichten und Senken der Bauteile wirken auf das angeschlagene Objekt verschiedenste Kräfte ein. Die in der Planung und Umsetzung mit berücksichtigt werden müssen, um nicht das Risiko eingehen zu müssen das Bauteil zu deformieren oder gar zu Zerstören. In der Folgenden Auflistung werden alle gängigen Bewegungsarten des Transportes der Bauteile genannt.

##### **Arten von Bewegungen:**

- Horizontale Lieferung → Horizontaler Einbau
- Horizontale Lieferung → Wenden → Horizontaler Einbau
- Horizontale Lieferung → Aufrichten → Vertikaler Einbau
- Horizontale Lieferung → Aufrichten → Geneigter Einbau
- Horizontale Lieferung → Aufrichten → Wenden → Vertikaler Einbau
- Vertikale Lieferung → Vertikaler Einbau
- Vertikale Lieferung → Wenden → Vertikaler Einbau

#### **2.4.3 Kategorie Anschlagmittel**

##### **2.4.3.1 Anschlagmittelart**

Der Einfluss von den Anschlagmittelarten legt sich bei der Tragfähigkeit, dem Eigengewicht und der Kombinationsmöglichkeiten nieder. Die unterschiedlichen Varianten (siehe Abbildung 2 auf Seite 4) besitzen entsprechende Obergrenzen für die Tragfähigkeit. Dadurch entscheidet im Allgemeinen das Gewicht des zu hebenden Objekts welche Art des Anschlagmittels verwendet wird bzw. kann. Das Eigengewicht steht bei der Auswahl der Art für den Mitarbeiter auf der Baustelle im Vordergrund. So sollte bedacht werden das, ein Anschlagmittel vom Mitarbeiter meist zum Anschlagort befördert sowie an den Kranhaken gehangen werden sollte. Je geringer die Anzahl der verwendeten Anschlagmittel desto größer (schwerer) werden sie, um die notwendige Tragfähigkeit zu erreichen. Es ist abzuwägen was das richtige Gleichgewicht zwischen Anzahl der Stränge und der Nenngröße der Anschlagmittel für den Mitarbeiter sein kann. Viele Arten der Anschlagmittel können miteinander kombiniert werden. Durch solche Kombinationen können auf unterschiedlichster Weise Längenunterschiede oder unzugängliche Stellen bewältigt werden.

##### **2.4.3.2 Längen**

Wird das Bauteil waagrecht oder senkrecht eingebaut, sind die Längen der Anschlagmittel gleich. So bald ein Objekt geneigt eingebaut wird, sind die Anschlagmittellängen untereinander sehr verschieden. Dabei kommt es auf die Variation der

Längen von Anschlagmittel an. Hier muss sich an den von Herstellern vorgegebenen Längen orientiert werden. In speziellen Fällen muss das Bauteil bei dem Einbau in die Endposition nachjustiert werden. Für solche Fälle kann der Montageingenieur verstellbare Kettenzüge in die Zusammenstellung der Anschlagmittel einbeziehen. Mit diesen Kettenzügen wird ermöglicht dass der Arbeiter auf der Baustelle gewisse Höhenunterschiede bis zu einem bestimmten Punkt regulieren kann.

#### **2.4.3.3 Tragfähigkeit**

Wie schon in 2.4.3.1 erwähnt entscheidet die Art des Anschlagmittels die maximale Tragfähigkeit jedes einzelnen Stranges. In dem von den Herstellern bereitgestellten Katalog sind die Einteilung der Tragfähigkeit und deren Maxima zu entnehmen bzw. aus verfügbaren Belastungstabellen siehe 6.

#### **2.4.3.4 Anschlagvarianten**

Als Varianten für das Anschlagen gibt es folgende Fälle:

- (a) Direkt
- (b) Umgelegt
- (c) Schnürgang
- (d) Direkt mit Neigungswinkel
- (e) Umgelegt mit Neigungswinkel
- (f) Schnürgang mit Neigungswinkel

**ANMERKUNG** Für die Varianten mit Neigungswinkel ist zu beachten, dass durch die Schräge auf das Bauteil eine horizontale Belastung einwirkt. Bei diesem Fall sollte das Bauteil überprüft werden inwiefern es derartige Belastungen aufnehmen kann.

Die Möglichkeiten, wie der Baustellenmonteur das Bauteil Anschlagen kann hat in Bezug auf das direkte Anschlagen verschiedene Abminderungsfaktoren zufolge, siehe 2.2.2.1.

#### **2.4.3.5 Anzahl der Stränge**

Bei den Strängen ist zu beachten dass der Neigungswinkel und die Länge der einzelnen Stränge wenn möglich im Gleichgewicht zu einander gehalten werden sollte somit werden unnötige Reduzierungen der Tragfähigkeit und der Anzahl von Strängen verhindert. Genauere Erläuterungen sind unter 2.2.2 zu finden.

#### **2.4.3.6 Eigengewicht**

Der Montageingenieur sollte sich stets bewusst sein das die Anschlagmittel von den Baustellenarbeitern vom Magazin<sup>4</sup> (Container) zum Hebemittel an das Tragmittel transportiert werden muss. Die Wahl von verhältnismäßig großen Anschlagmitteln bedeutet eine Steigerung des Eigengewichtes. Dieses belastet nicht nur den Mitar-

---

<sup>4</sup> Eine Bezeichnung eines Containers in dem Werkzeuge, Bauhilfsmittel, Betriebsstoffe gelagert werden.

beiter, sondern das Hebezeug in dem gleichen Maße in Addition mit dem eigentlichen Bauteilgewichts. So besteht die Gefahr der Überlastung des Hebezeuges wenn durch das Bauteilgewicht schon die maximale Tragfähigkeit des Hebezeuges an die Grenzen bringt.

#### 2.4.4 Kategorie Anschlagpunkte

**Definition:** Anschlagpunkte sind Baugruppen wodurch die Last des Bauteils in das Anschlagmittel übertragen wird.

##### 2.4.4.1 Klassifizierung der Anschlagpunkte

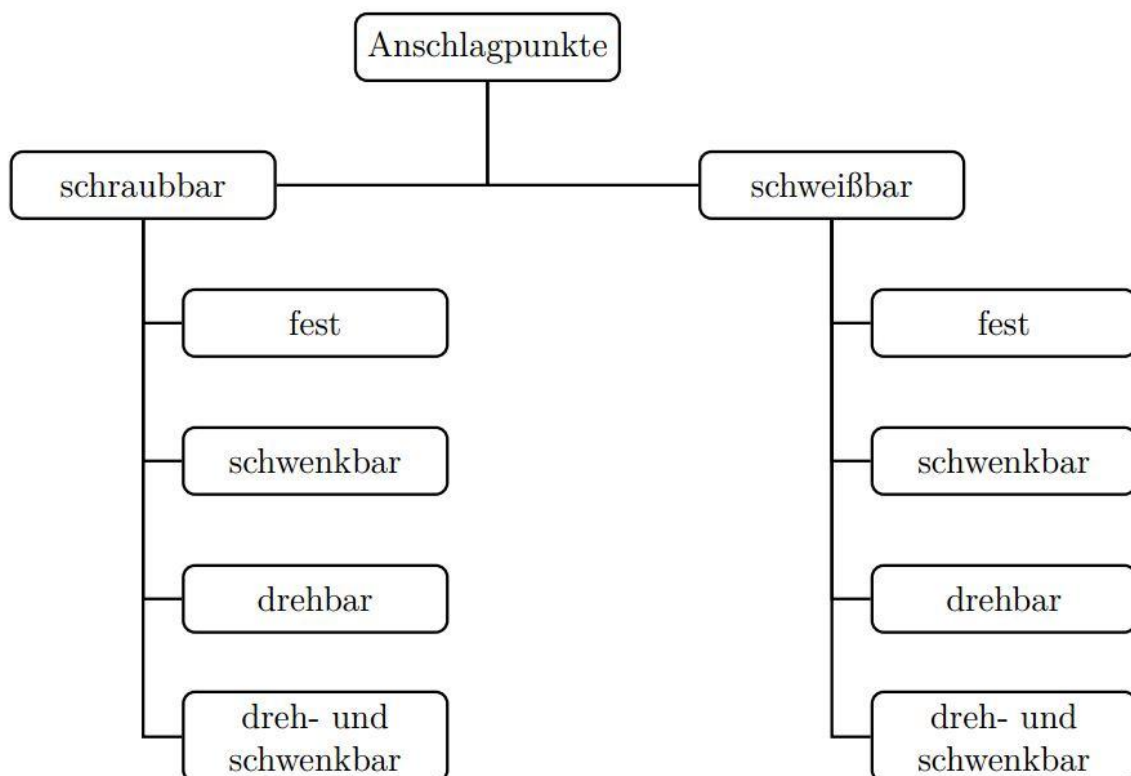
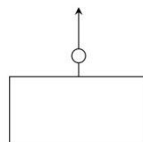


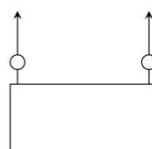
Abbildung 24 Einteilung Anschlagpunkte (Eigene Darstellung)

##### 2.4.4.2 Modifikationen von Anschlagpunktbefestigungen

(1) Ein Anschlagpunkt (ASP) zentral oberhalb am Bauteil angeordnet



(2) Zwei ASP oberhalb am Bauteil angeordnet

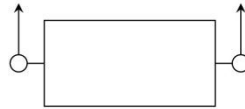




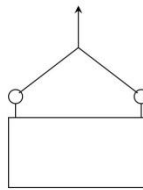
(3) Ein ASP seitlich am Bauteil angeordnet



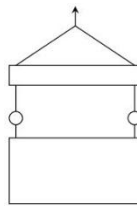
(4) Zwei ASP seitlich am Bauteil angeordnet



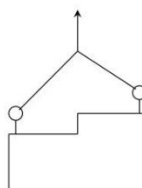
(5) Zwei ASP oberhalb am Bauteil angeordnet



- Es kann die Gefahr bestehen, dass der Neigungswinkel zwischen Bauteil und Anschlagmittel zu groß wird. Diese kann mit der Verwendung von einer Seilspreize oder Traverse reduziert werden.

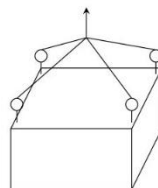


(6) Zwei ASP asymmetrisch oberhalb am Bauteil angeordnet



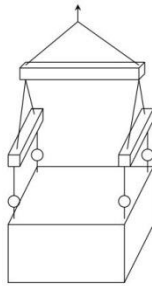
- Sachverhalt wie im Punkt (5)

(7) Drei oder vier ASP oberhalb am Bauteil angeordnet

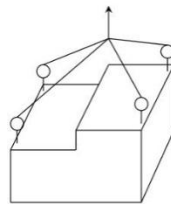


- Der Neigungswinkel zwischen Bauteil und Anschlagmittel kann unter gewissen Umständen zu groß werden. Durch eine Verwendung von Seil-

spreizen oder Traversen an bestimmten Stellen kann diese Problematik behoben werden.



(8) Drei oder vier ASP asymmetrisch oberhalb am Bauteil angeordnet



➤ Sachverhalt wie im Punkt (7)

#### **2.4.4.3 Tragfähigkeitsmerkmale der Anschlagpunkte**

##### 2.4.4.3.1 Tragfähigkeitsermittlung

Die Ermittlung der erforderlichen Tragfähigkeit jedes einzelnen Anschlagpunktes ist für symmetrische und asymmetrische Belastung entsprechend folgendem physikalischen formelmäßigen Zusammenhang möglich:

$$WLL = \frac{G}{n \cdot \cos \beta}$$

dabei ist:

$WLL$  erf. Tragfähigkeit des Anschlagpunktes/Einzelstranges (kg);

$G$  Lastgewicht (kg);

$n$  Anzahl der tragenden Stränge;

$\beta$  Neigungswinkel des Einzelstranges;

##### 2.4.4.3.2 Tragfähigkeit in Abhängigkeit der Temperatur

- Bei schweißbaren Anschlagpunkten kann ohne Tragfähigkeitsverlust einmalig spannungsarm gegläut werden.  
Temperatur  $\leq 600^{\circ}\text{C}$
- Bei schraubbaren Anschlagpunkten muss die Tragfähigkeit entsprechend folgender Werte angeglichen werden:
  - $40^{\circ}\text{C}$  bis  $200^{\circ}\text{C} \rightarrow$  minus 0%
  - $200^{\circ}\text{C}$  bis  $300^{\circ}\text{C} \rightarrow$  minus 10%
  - $300^{\circ}\text{C}$  bis  $400^{\circ}\text{C} \rightarrow$  minus 25%

### 3 Beispiel 1 Einzelträger (Normträger)

Im dritten Kapitel wird ein Vergleich dargestellt der auf vier Varianten mit jeweils unterschiedlichem Neigungswinkel eingeht. Dabei wird auf die Tragfähigkeits- und Längenänderung der Anschlagmittel, Größenänderung der Anschlagpunkte sowie die Höhendifferenz des Hakens zum Bauteil eingegangen. Als Weiteres wird ein Vergleich zwischen Rundschlinge und Anschlagkette in Bezug auf die Belastung des Anschlägers und Auslastung des Anschlagmittels in einer Tabelle dargestellt.

#### Verwendete Formelzeichen

$A$	Trägerquerschnittsfläche
$B_r$	Auflagerkraft rechts
$B_l$	Auflagerkraft links
$d$	Kettenglied Querschnittsdurchmesser
$E$	Elastizitätsmodul für Stahl
$f$	Durchbiegung
$F_{AS}$	auftretende Kraft im ASM
$g$	Eigenlast je Länge für Bauteil
$g_K$	Eigenlast je Länge für Anschlagkette
$g_{RS}$	Eigenlast je Länge für RS
$G$	Gesamtgewicht des Bauteils
$G_K$	Gesamtgewicht der Anschlagkette
$G_{RS}$	Gesamtgewicht der RS
$h$	Höhe zw. Haken und Bauteil
$H$	Horizontalkraft
$I$	Flächenträgheitsmoment
$L$	Bauteillänge
$L_{AS}$	Länge des ASM
$L_S$	Abstand zw. Schwerpunkt und Trägerende
$M$	Moment
$W_y$	Widerstandsmoment in y – Richtung
$WLL_K$	Tragfähigkeit Anschlagkette
$WLL_{RS}$	Tragfähigkeit RS
$WLL_{VLBG}$	Tragfähigkeit Lastbock
$\alpha$	Winkel zw. ASM und Bauteil
$\beta$	Winkel zw. ASM und Senkrechten
$\sigma$	Normalspannung
$\tau$	Schubspannung

### 3.1 Abgrenzungen

- Hebezeug: Turmdrehkran
- Tragfähigkeit: Hubkraft 10 to
- Bauteil: Normprofil HEB 600 DIN 1025 – 2
- Bauteillänge: 15 m
- Anschlagmittel: Rundschlingen, Anschlagketten
- Anschlagpunkte: VIP – Lastbock – Gewinde (VLBG), 360° drehbar
- Anschlagart: direkt
- Anzahl Stränge: 2
- Traverse nachgewiesen

### 3.2 Vorgehensweise

#### 3.2.1 Ermittlung Bauteilgewicht und Schwerpunktlage

##### 3.2.1.1 Berechnung Bauteilgewicht

Geg.:

$$g = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

Lsg.:

$$G = L \cdot g = 15 \text{ m} \cdot 2,12 \text{ kN/m} = \underline{31,8 \text{ kN}} = \underline{3,18 \text{ to}}$$

##### 3.2.1.2 Schwerpunktlage

Die Lage des Schwerpunktes eines Normprofiles liegt bei der Hälfte der Länge des Gesamtträgers.

$$L_s = \frac{L}{2} = \frac{15 \text{ m}}{2} = \underline{7,5 \text{ m}}$$

Durch die Ermittlung des Schwerpunktes kann die Positionierung des Kranhakens eingeschätzt werden, um beim Heben die waagerechte Lage des Bauteils zu garantieren. Durch die Angabe der Schwerpunktlage in den Konstruktionsunterlagen können unnötige Hebeversuche, das Bauteil in Waage zu bekommen, eingespart werden.

#### 3.2.2 Varianten des Anschlages

Es wird hier auf 4 Varianten begrenzt. Folgende Anschlagvarianten werden gegenübergestellt:

- (1) Anschlagschema mit einem Neigungswinkel von 30°
- (2) Anschlagschema mit einem Neigungswinkel von 45°
- (3) Anschlagschema mit einem Neigungswinkel von 60°
- (4) Anschlagschema mit Traverse

### 3.2.2.1 Variante 1

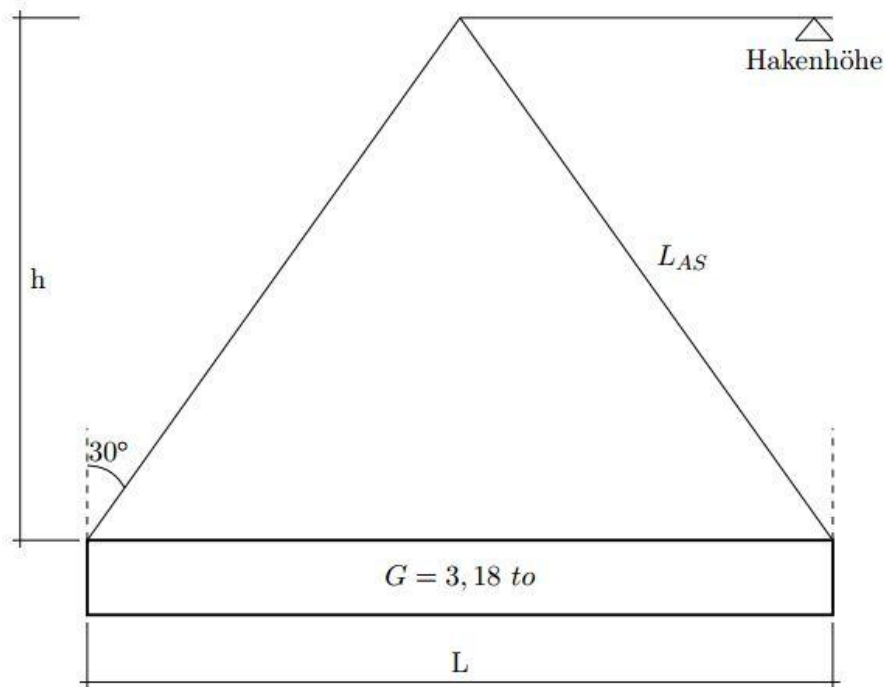


Abbildung 25 Anschlagschema Neigungswinkel  $30^\circ$  (Eigene Darstellung)

### 3.2.2.2 Variante 2

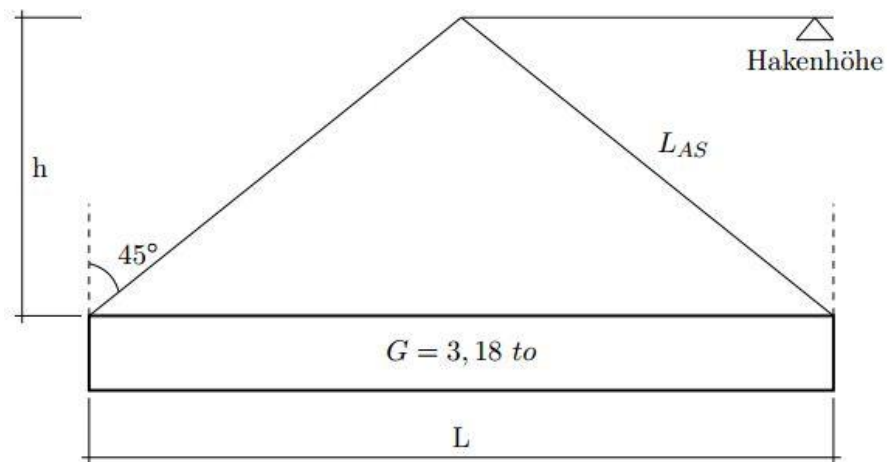


Abbildung 26 Anschlagschema Neigungswinkel  $45^\circ$  (Eigene Darstellung)

### 3.2.2.3 Variante 3

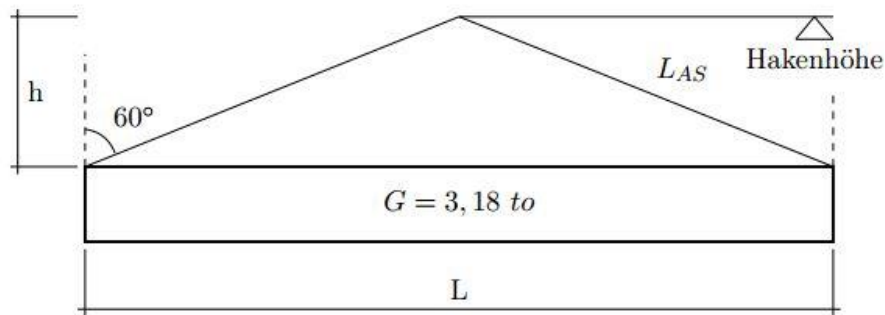


Abbildung 27 Anschlagschema Neigungswinkel 60° (Eigene Darstellung)

### 3.2.2.4 Variante 4

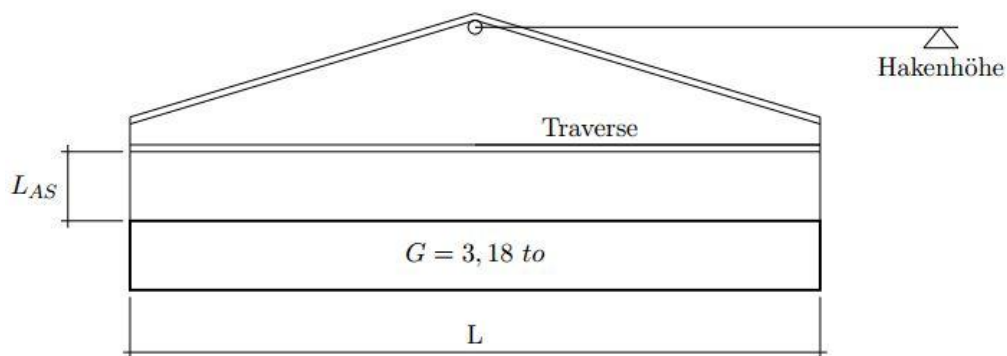


Abbildung 28 Anschlagschema Traverse (Eigene Darstellung)

## 3.2.3 Ermittlung der auftretenden Schnittkräfte und Längen des Anschlagsmittels

### 3.2.3.1 Variante 1

Geg.:

$$g = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

Lsg.:

#### – Auflagerkräfte

$$B_r = B_l = \frac{g \cdot L}{2} = \frac{2,12 \text{ kN/m} \cdot 15 \text{ m}}{2} = \underline{15,90 \text{ kN}}$$

#### – Moment an der Mitte des Trägers

$$M = \frac{g \cdot L^2}{8} = \frac{2,12 \text{ kN/m} \cdot 15^2 \text{ m}}{8} = \underline{59,63 \text{ kNm}}$$

#### – Kraft in dem Anschlagmittel

$$F_{AS} = \frac{B_r}{\cos \alpha} = \frac{15,9 \text{ kN}}{\cos 30^\circ} = \underline{18,36 \text{ kN}}$$

- **Horizontal auftretende Kraft**

$$H = F_{AS} \cdot \cos \beta = 18,36 \text{ kN} \cdot \cos 60^\circ = \underline{9,18 \text{ kN}}$$

- **Länge des Anschlagmittels**

$$L_{AS} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{15 \text{ m}}{2 \cdot \sin 30^\circ} = \underline{15 \text{ m}}$$

- **Hakenabstand vom Bauteil**

$$h = \sqrt{\left((L_{AS})^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2\right)} = \sqrt{((15 \text{ m})^2 - (7,5 \text{ m})^2)} = \underline{13 \text{ m}}$$

### 3.2.3.2 Variante 2

Geg.:

$$g = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

Lsg.:

- **Auflagerkräfte**

siehe 3.2.3.1

- **Moment an der Mitte des Trägers**

siehe 3.2.3.1

- **Kraft in dem Anschlagmittel**

$$F_{AS} = \frac{B_r}{\cos \alpha} = \frac{15,9 \text{ kN}}{\cos 45^\circ} = \underline{22,49 \text{ kN}}$$

- **Horizontal auftretende Kraft**

$$H = F_{AS} \cdot \cos \beta = 22,49 \text{ kN} \cdot \cos 45^\circ = \underline{15,90 \text{ kN}}$$

- **Länge des Anschlagmittels**

$$L_{AS} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{15 \text{ m}}{2 \cdot \sin 45^\circ} = \underline{10,61 \text{ m}}$$

- **Hakenabstand vom Bauteil**

$$h = \sqrt{\left((L_{AS})^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2\right)} = \sqrt{((10,61 \text{ m})^2 - (7,5 \text{ m})^2)} = \underline{7,5 \text{ m}}$$

### 3.2.3.3 Variante 3

Geg.:

$$g = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\beta = 60^\circ$$

Lsg.:

- **Auflagerkräfte**

siehe 3.2.3.1

- **Moment an der Mitte des Trägers**

siehe 3.2.3.1

- **Kraft in dem Anschlagmittel**

$$F_{AS} = \frac{B_r}{\cos \alpha} = \frac{15,9 \text{ kN}}{\cos 60^\circ} = \underline{31,80 \text{ kN}}$$

- **Horizontal auftretende Kraft**

$$H = F_{AS} \cdot \cos \beta = 31,80 \text{ kN} \cdot \cos 30^\circ = \underline{27,54 \text{ kN}}$$

- **Länge des Anschlagmittels**

$$L_{AS} = \frac{L}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{15 \text{ m}}{2 \cdot \sin 60^\circ} = \underline{8,66 \text{ m}}$$

- **Hakenabstand vom Bauteil**

$$h = \sqrt{\left((L_{AS})^2 - \left(\frac{L}{2}\right)^2\right)} = \sqrt{((8,66 \text{ m})^2 - (7,5 \text{ m})^2)} = \underline{4,33 \text{ m}}$$

### 3.2.3.4 Variante 4

Geg.:

$$g = 2,12 \text{ kN/m}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\beta = 0^\circ$$

Lsg.:

- **Auflagerkräfte**

siehe 3.2.3.1

- **Moment an der Mitte des Trägers**

siehe 3.2.3.1

- **Kraft in dem Anschlagmittel**

$$F_{AS} = B_r = B_l = \underline{15,90 \text{ kN}}$$

- **Horizontal auftretende Kraft**

$$H = \underline{0 \text{ kN}}$$

Es treten keine horizontalen Kräfte auf.



- **Länge des Anschlagmittels**

Die Länge des Anschlagmittels kann so kurz wie möglich gewählt werden, da das Anschlagmittel rechtwinklig zum Bauteil hängt.

- **Hakenabstand zum Bauteil**

Der Hakenabstand addiert sich aus der Länge des Anschlagmittels und der Höhe der Traverse.

### 3.2.4 Gegenüberstellung Rundschlinge und Anschlagkette

Für die Rundschlingen sowie Anschlagketten gibt es eine Vielzahl von Herstellern die diese in ihrem Sortiment anbieten. Ich habe mich für die Gegenüberstellung bei den Rundschlingen für SpanSet Liftfix der Firma Evers GmbH und den Anschlagketten für die Pulverbeschichtete ICE – Rundstahlkette der Firma RUD entschieden, beides ist im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** hinterlegt.

#### 3.2.4.1 Variante 1

$$F_{AS} = 18,36 \text{ kN}$$

- Auswahl der Anschlagmittel

Rundschlinge:  $WLL_{RS} = 20 \text{ kN}$

$$g_{RS} = 0,60 \text{ kg/lfm}$$

$$L_{AS} = 15 \text{ m}$$

$$G_{RS} = L_{AS} \cdot g_{RS} = 0,60 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 15 \text{ m} = \underline{9 \text{ kg}}$$

Anschlagkette: Güteklasse 12

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$g_K = 1,66 \text{ kg/lfm}$$

$$WLL_K = 30 \text{ kN}$$

$$G_K = L_{AS} \cdot g_K = 1,66 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 15 \text{ m} = \underline{24,9 \text{ kg}}$$

- Nachweis der Anschlagmittel

Rundschlinge:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_{RS}} = \frac{18,36 \text{ kN}}{20 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,92 < 1}}$$

Anschlagkette:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_K} = \frac{18,36 \text{ kN}}{30 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,62 < 1}}$$

#### 3.2.4.2 Variante 2

$$F_{AS} = 22,49 \text{ kN}$$

- Auswahl der Anschlagmittel

Rundschlinge:  $WLL = 30 \text{ kN}$

$$g_{RS} = 0,80 \text{ kg/lfm}$$

$$L_{AS} = 10,61 \text{ m}$$

$$G_{RS} = L_{AS} \cdot g_{RS} = 0,80 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 10,61 \text{ m} = \underline{8,49 \text{ kg}}$$

Anschlagkette: Güteklasse 12

$$d = 8 \text{ mm}$$

$$g_K = 1,66 \text{ kg/lfm}$$

$$WLL_K = 30 \text{ kN}$$

$$G_K = L_{AS} \cdot g_K = 1,66 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 10,61 \text{ m} = \underline{\underline{17,61 \text{ kg}}}$$

- Nachweis der Anschlagmittel

Rundschlinge:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_{RS}} = \frac{22,49 \text{ kN}}{30 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,75 < 1}}$$

Anschlagkette:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_K} = \frac{22,49 \text{ kN}}{30 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,75 < 1}}$$

### 3.2.4.3 Variante 3

$$F_{AS} = 31,80 \text{ kN}$$

- Auswahl der Anschlagmittel

Rundschlinge:  $WLL_{RS} = 40 \text{ kN}$

$$g_{RS} = 1,00 \text{ kg/lfm}$$

$$L_{AS} = 8,66 \text{ m}$$

$$G_{RS} = L_{AS} \cdot g_{RS} = 1,00 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 8,66 \text{ m} = \underline{\underline{8,66 \text{ kg}}}$$

Anschlagkette: Güteklasse 12

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$g_K = 2,62 \text{ kg/lfm}$$

$$WLL_K = 50 \text{ kN}$$

$$G_K = L_{AS} \cdot g_K = 2,62 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 8,66 \text{ m} = \underline{\underline{22,69 \text{ kg}}}$$

- Nachweis der Anschlagmittel:

Rundschlinge:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_{RS}} = \frac{31,80 \text{ kN}}{40 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,80 < 1}}$$

Anschlagkette:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_K} = \frac{31,80 \text{ kN}}{50 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,64 < 1}}$$

#### 3.2.4.4 Variante 4

$$F_{AS} = 15,90 \text{ kN}$$

- Auswahl der Anschlagmittel:

Rundschlinge:  $WLL_{RS} = 20 \text{ kN}$

$$g_{RS} = 0,60 \text{ kg/lfm}$$

$$L_{AS} = 0,5 \text{ m}$$

$$G_{RS} = L_{AS} \cdot g_{RS} = 0,60 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 0,5 \text{ m} = \underline{\underline{0,3 \text{ kg}}}$$

Anschlagkette: Güteklasse 12

$$d = 6 \text{ mm}$$

$$g_K = 0,98 \text{ kg/lfm}$$

$$WLL_K = 18 \text{ kN}$$

$$G_K = L_{AS} \cdot g_K = 0,98 \frac{\text{kg}}{\text{lfm}} \cdot 0,5 \text{ m} = \underline{\underline{0,49 \text{ kg}}}$$

- Nachweis der Anschlagmittel:

Rundschlinge:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_{RS}} = \frac{15,90 \text{ kN}}{20 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,80 < 1}}$$

Anschlagkette:

$$\frac{F_{AS}}{WLL_K} = \frac{15,90 \text{ kN}}{18 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,88 < 1}}$$

### 3.2.5 Auswahl und Nachweis der Anschlagpunkte

#### 3.2.5.1 Variante 1

Gewählt: VLBG M18,  $WLL_{VLBG} = 20,00 \text{ kN}$

Nachweis:

$$NW = \frac{F_{AS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{18,36 \text{ kN}}{20,00 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,92 < 1}}$$

#### 3.2.5.2 Variante 2

Gewählt: VLBG M20,  $WLL_{VLBG} = 25,00 \text{ kN}$

$$NW = \frac{F_{AS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{22,49 \text{ kN}}{25,00 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,90 < 1}}$$

#### 3.2.5.3 Variante 3

Gewählt: VLBG M24,  $WLL_{VLBG} = 40,00 \text{ kN}$

$$NW = \frac{F_{AS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{27,54 \text{ kN}}{40,00 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,69 < 1}}$$

### 3.2.5.4 Variante 4

Gewählt: VLBG M18,  $WLL_{VLBG} = 20,00 \text{ kN}$

$$NW = \frac{F_{AS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{15,90 \text{ kN}}{20,00 \text{ kN}} = \underline{\underline{0,80 < 1}}$$

## 3.2.6 Ermittlung der auftretenden Verformungen und Spannungen im Querschnitt

### 3.2.6.1 Querschnittswerte

HEB 600

$$A = 270 \text{ cm}^2$$

$$W_y = 5700 \text{ cm}^3$$

### 3.2.6.2 Variante 1

- Spannung im Querschnitt  
Infolge Normalkraft:

$$\sigma_{\perp} = \frac{H}{A} = \frac{9,18 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{\underline{0,03 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}}$$

Infolge Querkraft:

$$\tau_{\parallel} = \frac{B_r}{A} = \frac{15,90 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{\underline{0,06 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}}$$

Infolge Moment:

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{W_y} = \frac{5963 \text{ kNcm}}{5700 \text{ cm}^3} = \underline{\underline{1,05 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}}$$

Nachweise sind offensichtlich erfüllt!

- Verformung des Querschnittes

$$\text{vorh } f = \frac{5 \cdot g \cdot L^2}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (15000 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 171 \cdot 10^7 \text{ mm}^4} = \underline{\underline{38,92 \text{ mm}}}$$

$$\text{zul } f = \frac{L}{300} = \frac{15000 \text{ mm}}{300} = \underline{\underline{50 \text{ mm} > \text{vorh } f}}$$

### 3.2.6.3 Variante 2

- Spannung im Querschnitt  
Infolge Normalkraft:

$$\sigma_{\perp} = \frac{H}{A} = \frac{15,90 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{\underline{0,06 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}}$$

Infolge Querkraft:

$$\tau_{\parallel} = \frac{B_r}{A} = \frac{15,90 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{\underline{0,06 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}}$$

Infolge Moment:

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{W_y} = \frac{5963 \text{ kNcm}}{5700 \text{ cm}^3} = \underline{1,05 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Nachweise sind offensichtlich erfüllt!

- Verformung des Querschnittes

$$\max f = \frac{5 \cdot g \cdot L^2}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (15000 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 171 \cdot 10^7 \text{ mm}^4} = \underline{38,92 \text{ mm}}$$

$$\text{zul } f = \frac{L}{300} = \frac{15000 \text{ mm}}{300} = \underline{\underline{50 \text{ mm} > \text{vorh } f}}$$

### 3.2.6.4 Variante 3

- Spannung im Querschnitt

Infolge Normalkraft:

$$\sigma_{\perp} = \frac{H}{A} = \frac{27,50 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{0,1 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Infolge Querkraft:

$$\tau_{\parallel} = \frac{B_r}{A} = \frac{15,90 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{0,06 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Infolge Moment:

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{W_y} = \frac{5963 \text{ kNcm}}{5700 \text{ cm}^3} = \underline{1,05 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Nachweise sind offensichtlich erfüllt!

- Verformung des Querschnittes

$$\max f = \frac{5 \cdot g \cdot L^2}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot (15000 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 171 \cdot 10^7 \text{ mm}^4} = \underline{38,92 \text{ mm}}$$

$$\text{zul } f = \frac{L}{300} = \frac{15000 \text{ mm}}{300} = \underline{\underline{50 \text{ mm} > \text{vorh } f}}$$

### 3.2.6.5 Variante 4

- Spannung im Querschnitt

Infolge Querkraft:

$$\tau_{\parallel} = \frac{B_r}{A} = \frac{15,90 \text{ kN}}{270 \text{ cm}^2} = \underline{0,06 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Infolge Moment:

$$\sigma_{\perp} = \frac{M}{W_y} = \frac{5963 \text{ kNcm}}{5700 \text{ cm}^3} = \underline{1,05 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}}$$

Nachweise sind offensichtlich erfüllt!

- Verformung des Querschnittes

$$\max f = \frac{5 \cdot g \cdot L^2}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2,12 \frac{kN}{m} \cdot (15000 \text{ mm})^4}{384 \cdot 210000 \frac{N}{mm^2} \cdot 171 \cdot 10^7 \text{ mm}^4} = \underline{38,92 \text{ mm}}$$

$$\text{zul } f = \frac{L}{300} = \frac{15000 \text{ mm}}{300} = \underline{\underline{50 \text{ mm} > \text{vorh } f}}$$

### 3.2.7 Vergleich der verschiedenen Varianten

#### 3.2.7.1 Kräfte und Längen

Variante	ASM-Länge	Hakenhöhe	Horizontalkräfte	Belastung ASM
1	--	--	+	+
2	-	-	-	-
3	+	++	--	--
4 <sup>1</sup>	++	0	++	++
<sup>1</sup> zu beachten ist die zusätzliche Verwendung von Traverse/Seilspreize und weiteren Anschlagmitteln				
--	Sehr Schlecht			
-	Schlecht			
+	Gut			
++	Sehr Gut			
0	Keine Bewertung			

Tabelle 5 Vergleich Varianten (Eigene Darstellung)

#### 3.2.7.2 Vergleich Rundschlinge und Anschlagkette

Variante	Gewicht in kg		Prozentuale Auswertung der Belastung <sup>1</sup>	Auslastung des Anschlagmittels in %		Tragfähigkeit der Anschlagmittel in kN	
	RS	Kette		RS	Kette	RS	Kette
1	9,00	24,90	277	92	62	20	30
2	8,49	17,61	207	75	75	30	30
3	8,66	22,69	267	80	64	40	50
4	0,30	0,49	167	80	88	20	18

<sup>1</sup> Als Ausgangswert wird die RS mit 100% angenommen

Tabelle 6 Vergleich Rundschlinge und Anschlagkette (Eigene Darstellung)

## 4 Beispiel 2 Ebenes Bauteil zusammengesetzt aus mehreren Normträgern (Balkonvorbau EZB Frankfurt am Main)

In diesem Kapitel meiner Bachelorarbeit wird ein Beispiel erläutert, dass die Vorgehensweise von Anfang bis hin zum Ende eines Anschlagschemas beschreibt und teilweise berechnet wird.

### Verwendete Formelzeichen

$d_2$	Ø - Bolzen des Schäkels
D	Abstand Schraubenkopf zur unteren Unterlegscheibe
E	Abstand Schraubenkopf zur Unterkante Bügel
F	Ø - Bügel
$F_{RS}$	Kraft in der RS
$G_{ges}$	Gesamtgewicht Konstruktion
h	Höhe zw. Traversenaugenblech und Trägeroberkante
$h_2$	Schäkelinnenhöhe
$L_{Bi}$	Länge Träger
$L_i$	Gesamtlänge ASM
$L_{KZ}$	Länge Kettenzug
$L_{LB}$	Bügellänge Lastbock
$L_{RS}$	Länge RS
$L_S$	Länge Schäkel
$M_i$	Bauteilgewicht
NW	Nachweis
$S_x$	SP – Lage in x - Richtung
$S_y$	SP – Lage in y - Richtung
$WLL_{RS}$	Tragfähigkeit RS
$WLL_{VLBG}$	Tragfähigkeit Lastbock
$x_i, y_i$	Abstand der Masse zum Bezugspunkt
$\alpha$	Neigungswinkel zw. ASM und Waagerechten

### 4.1 Beschreibung

Das Bauteil besteht aus mehreren einzelnen Normträgern die mit Bolzen am Obergurt für eine Betonplatte bestückt sind. An den Stirnseiten der in x – Richtung liegenden Trägern (Querträger) sind Bleche angeschweißt, welche für die Verbindung untereinander dienen. Auf den Obergurten der in y – Richtung liegenden Träger (Längsträger) sind Laschen angeschweißt an denen die Querträger befestigt werden. Das Bauteil wird Bauseits an Einbauteilen befestigt und das gegenüberliegende Ende wird nach oben hin an einen Fachwerkträger abgehangen.

## 4.2 Lösungsvarianten

(1) Anschlagen der Konstruktion im Schnürgang (Umschlappen) mit Rundschlingen an den äußeren Längsträgern

**Vorteile:**

- schnelles Anschlagen

**Nachteile:**

- sehr lange ASM
- hohe Belastung der Konstruktion
- Verrutschen der ASM
- zusätzliche Versteifungen
- Nachweis des Montagezustand

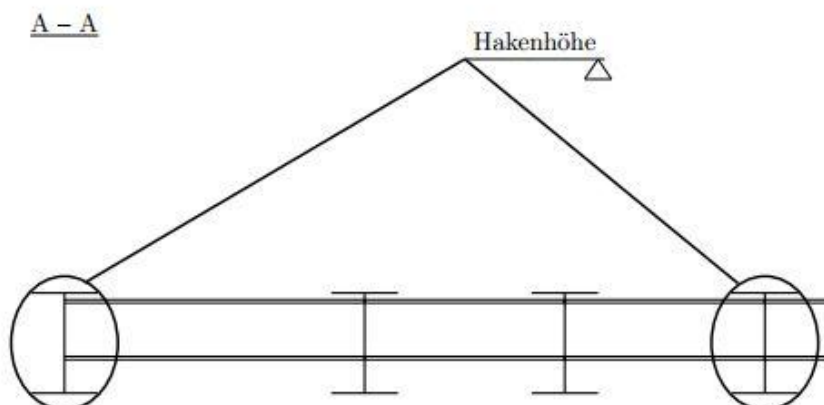
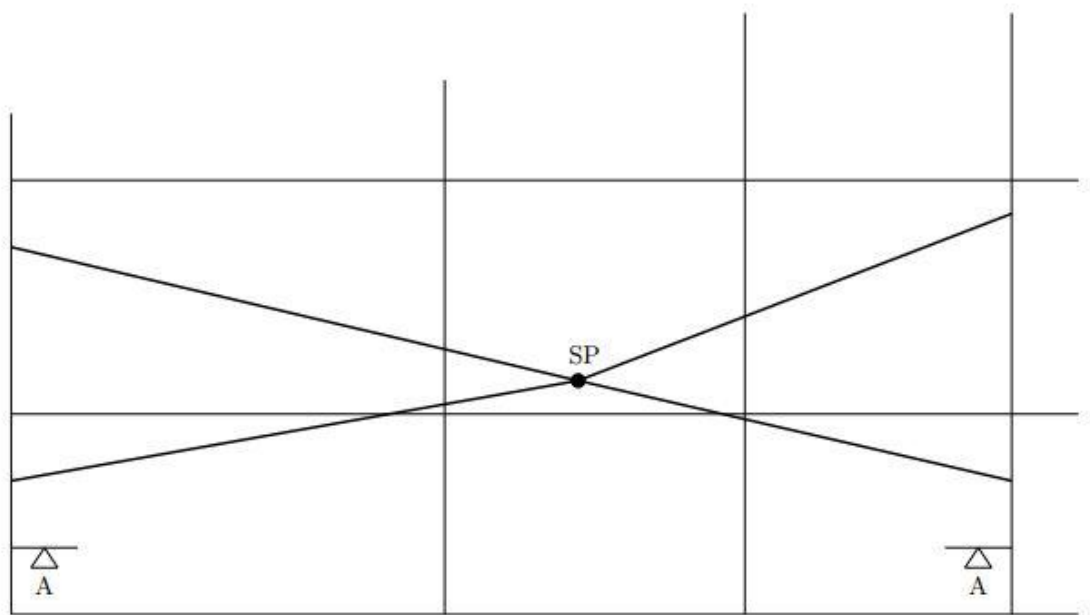


Abbildung 29 Lösungsvariante 1



(2) Direktes Anschlagen der Konstruktion mit Rundschlingen an den äußeren Längsträgern

**Vorteile:** - Feste ASP  $\sim$  kein verrutschen der ASM im Vergleich zu (1)

**Nachteile:** - hohe Belastung der Konstruktion  
- sehr lange ASM  
- Nachweis des Montagezustands  
- zusätzliche Versteifungen

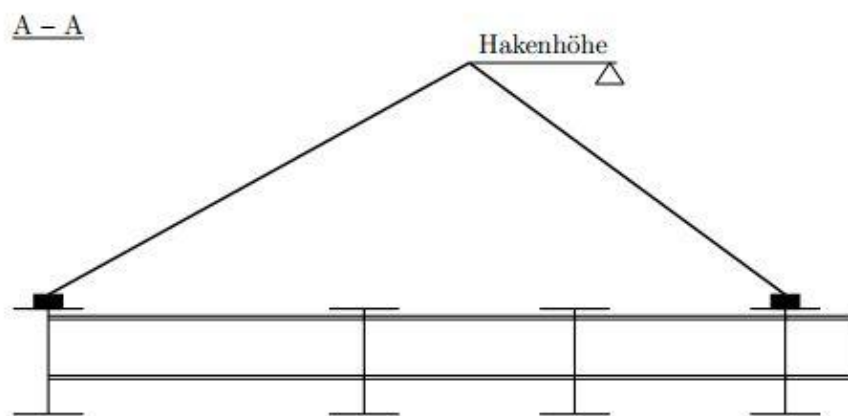
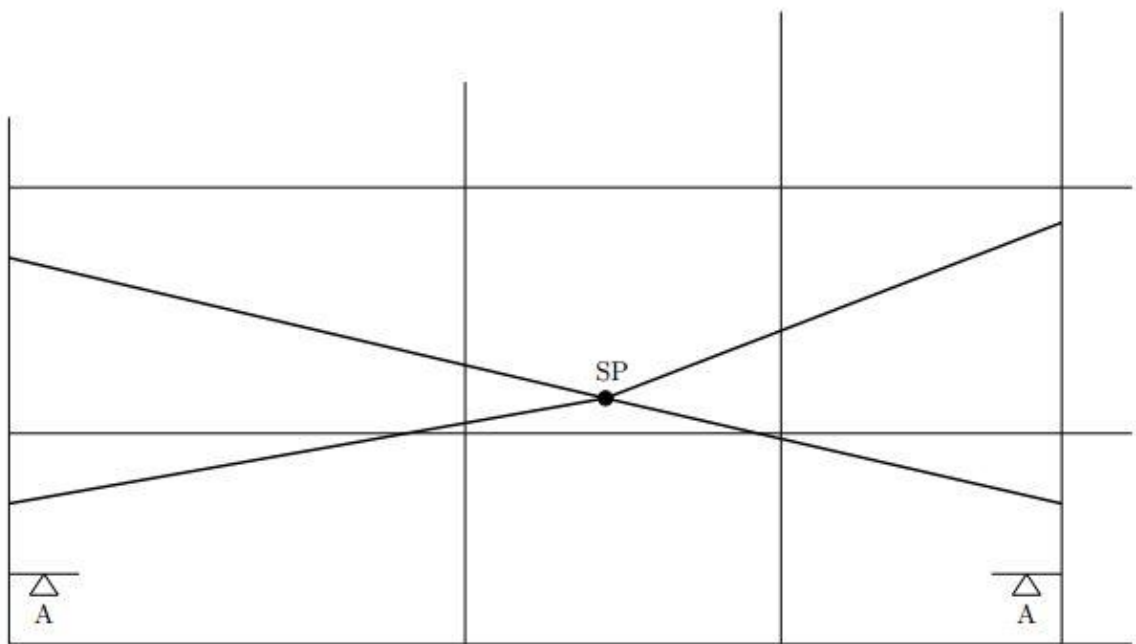


Abbildung 30 Lösungsvariante 2

(3) Anschlagen der Konstruktion im Schnürgang mit Rundschlingen an den Querträgern

**Vorteile:** - schnelles Anschlagen

**Nachteile:** - Belastung für Querträger nicht aufnehmbar (dafür nicht bemessen)  
- Verrutschen der ASM  
- zusätzliche Versteifungen  
- Nachweis des Montagezustands

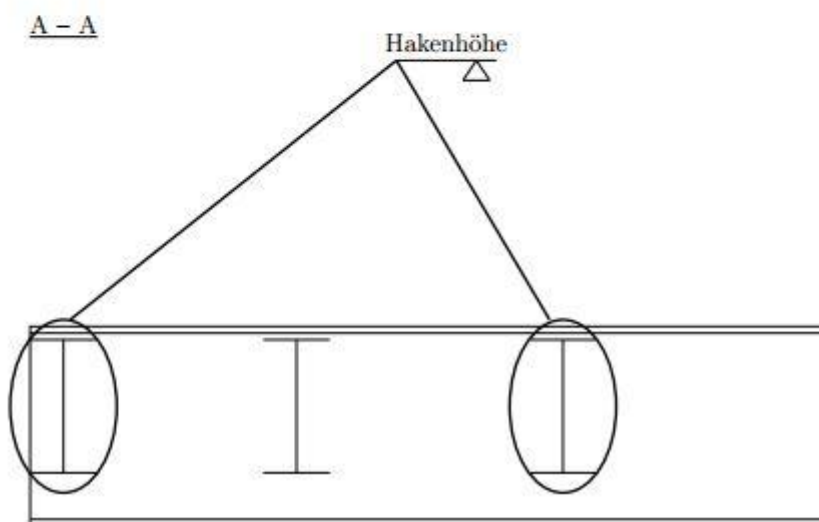
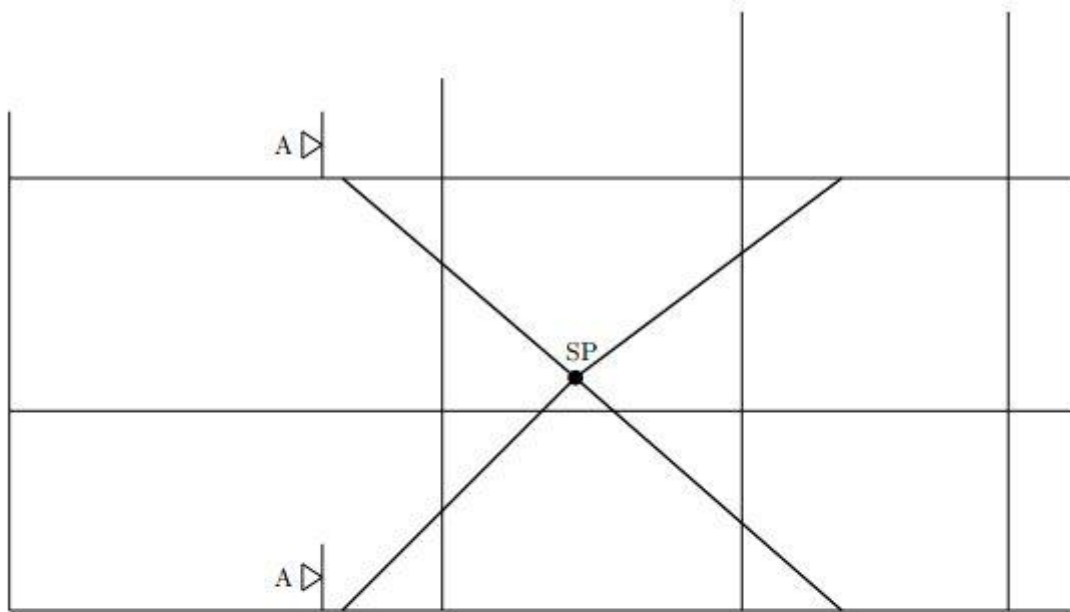


Abbildung 31 Lösungsvariante 3

(4) Direktes Anschlagen der Konstruktion an allen Längsträgern mit 2 Kranen

- Vorteile:**
- geringere Belastung der Konstruktion im Vergleich zu (1) und (2)
  - keine zusätzlichen Versteifungen
- Nachteile:**
- 2 Krane (Kostenfaktor und Verfügbarkeit Baustelle)
  - Nachweis des Montagezustands

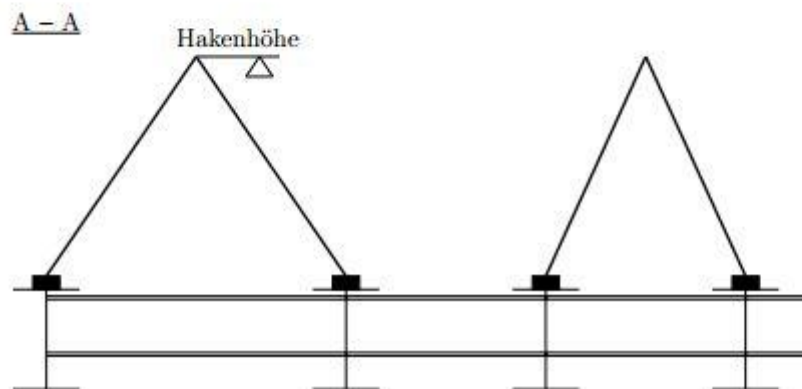
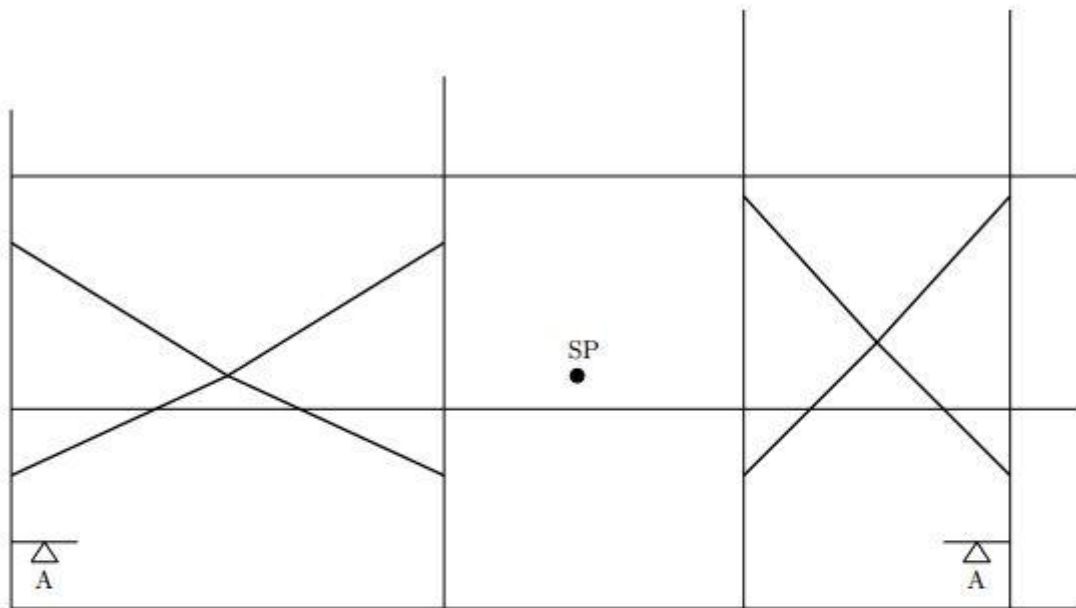
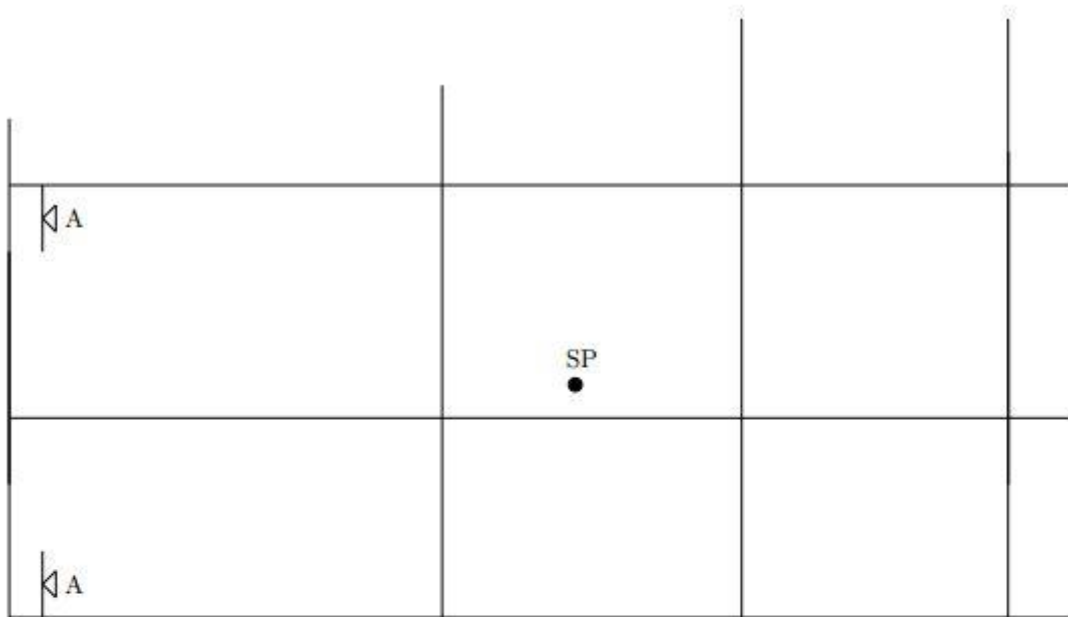


Abbildung 32 Lösungsvariante 4

(5) Direktes Anschlagen der Konstruktion an den äußeren Längsträgern mit 2 Kranen

- Vorteile:**
- Feste ASP gegenüber Schlupp
  - kürzere ASM – Längen im Vergleich zu den vorhergehenden Varianten
- Nachteile:**
- 2 Krane
  - große Belastung der Konstruktion
  - Nachweis des Montagezustands
  - zusätzliche Versteifungen



A – A

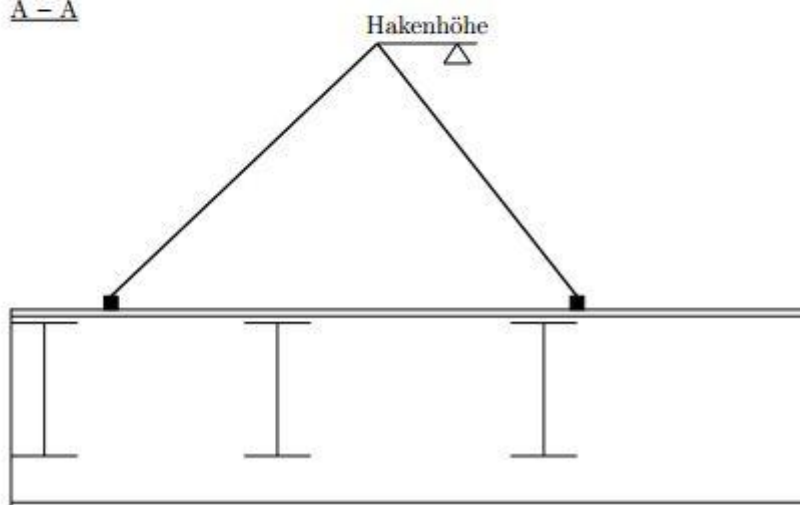


Abbildung 33 Lösungsvariante 5

(6) Direktes Anschlagen mit Traverse oder Seilspreize an den äußeren Längsträgern

**Vorteile:** - 1 Kran

**Nachteile:** - hohe Belastung der Konstruktion  
- zusätzliche Versteifungen  
- Nachweis des Montagezustands

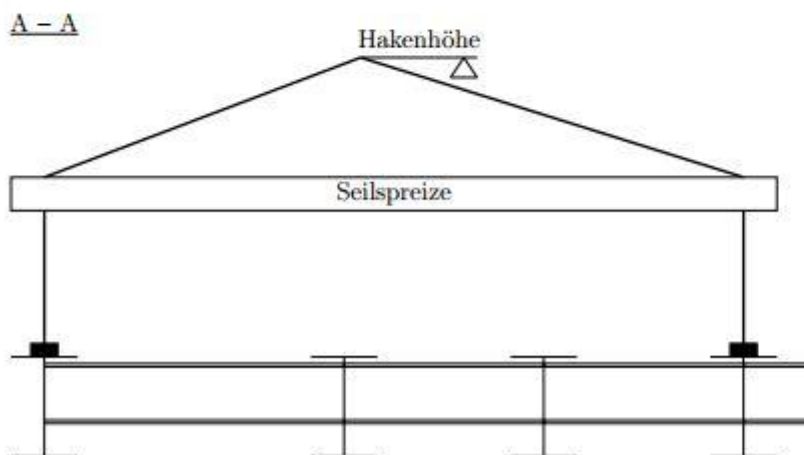
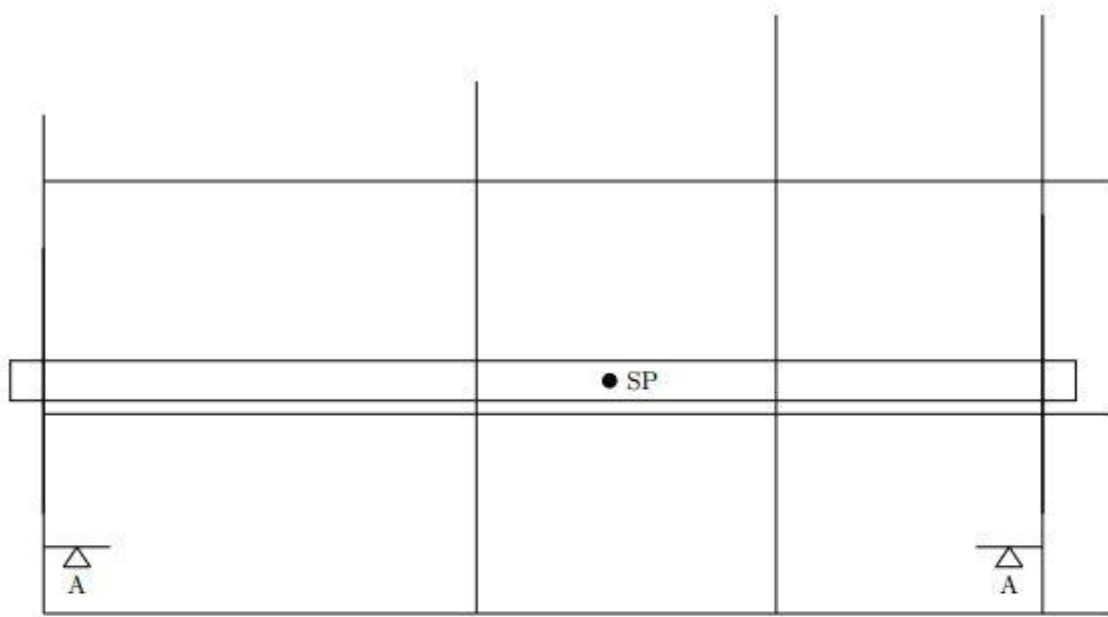


Abbildung 34 Lösungsvariante 6

(7) Direktes Anschlagen mit Traverse oder Seilspreize an allen Längsträgern

- Vorteile:**
- Nachweis des Montagezustands kann entfallen da ähnliches statisches System im Einbauzustand
  - geringere Belastung im Vergleich zu den vorherigen Varianten
  - 1 Kran
- Nachteile:**
- Aufwand Erstellung Anschlagschema

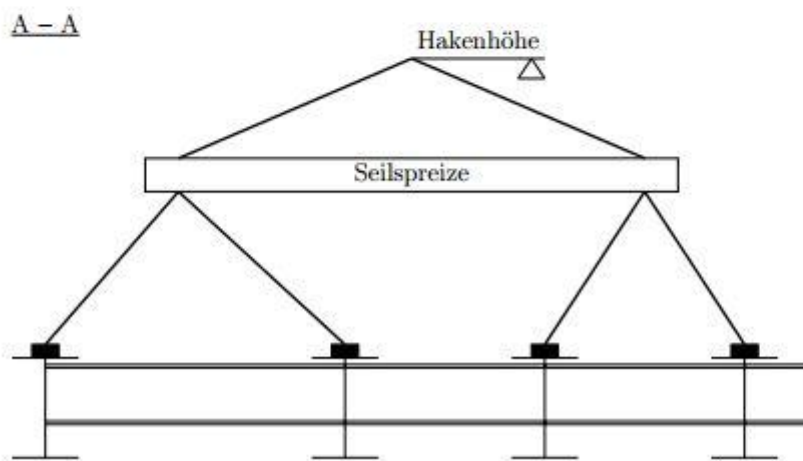
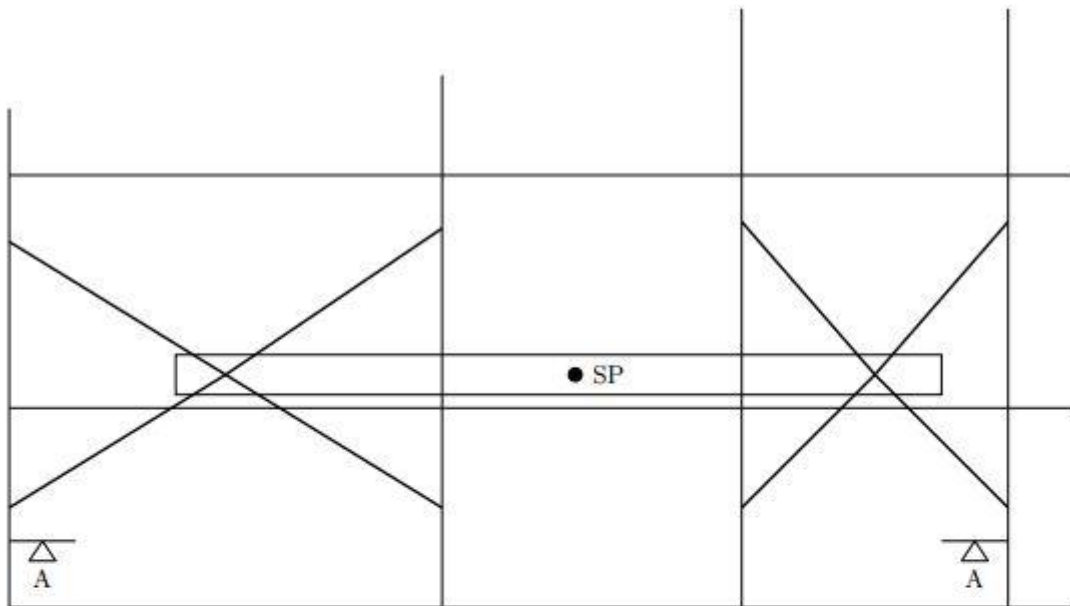


Abbildung 35 Lösungsvariante 7

## 4.3 Abgrenzung

- Kranart: Turmdrehkran
- Tragfähigkeit: Hubkraft 20,00 to
- Anschlagmittel: Kettenzug und Rundschlingen
- Anschlagart: direkt
- Bauteile: siehe 4.4.1.1
- Gesamtgewicht der Konstruktion: 10,82 to
- Anschlagpunkte: Lastbock
- Seilspreize nachgewiesen
- Lösungsvariante 7

## 4.4 Vorgehensweise

### 4.4.1 Ermittlung der Schwerpunktlage

Die Berechnung der Schwerpunktlage erfolgt mit der Anwendung vom Satz von Steiner, siehe 2.4.2.3.2.

#### 4.4.1.1 Zuordnung der Bauteilgewichte

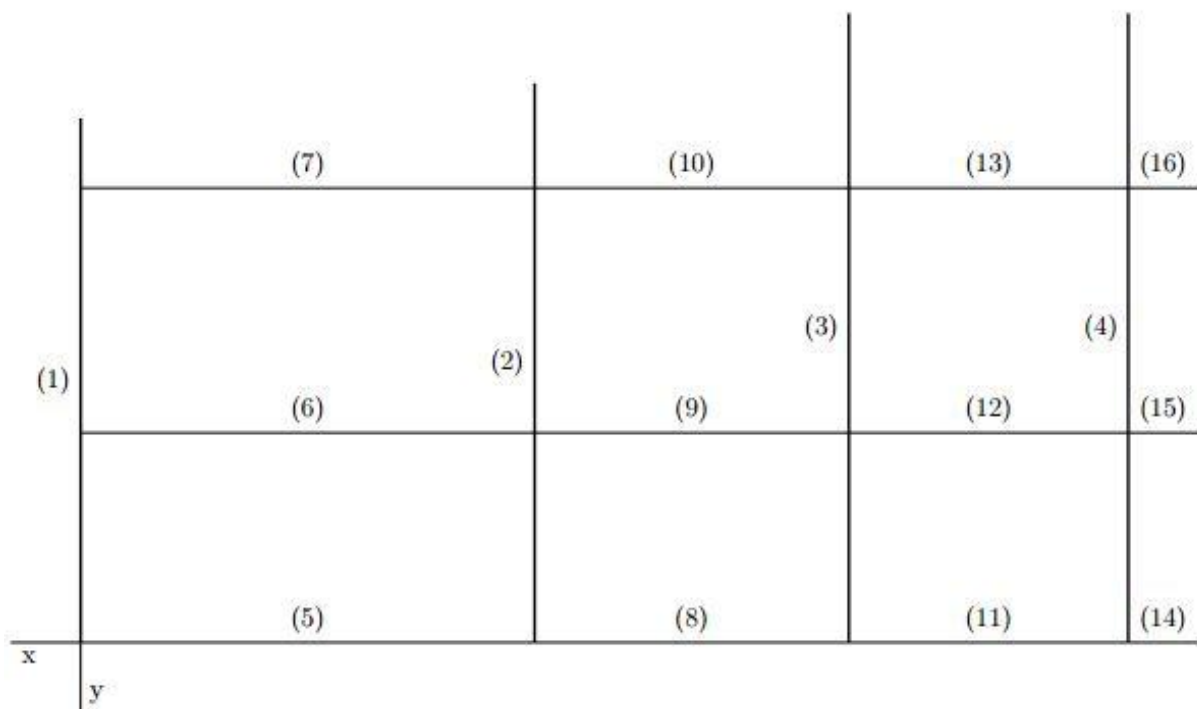


Abbildung 36 Bauteilgitter für Gewichtszuordnung (Eigene Darstellung)

- (1) HEB 500;  $G = 1420 \text{ kg}$ ;  $L_{B_1} = 7450 \text{ mm}$
- (2) HEB 500;  $G = 1489 \text{ kg}$ ;  $L_{B_2} = 7470 \text{ mm}$
- (3) HEB 500;  $G = 1608 \text{ kg}$ ;  $L_{B_3} = 8120 \text{ mm}$
- (4) HEB 500;  $G = 1597 \text{ kg}$ ;  $L_{B_4} = 8120 \text{ mm}$
- (5) HEA 240;  $G = 560 \text{ kg}$ ;  $L_{B_5} = 7800 \text{ mm}$
- (6) HEB 240;  $G = 697 \text{ kg}$ ;  $L_{B_6} = 7800 \text{ mm}$

- (7) HEB 240;  $G = 697 \text{ kg}$ ;  $L_{B_7} = 7800 \text{ mm}$
- (8) HEA 240;  $G = 383 \text{ kg}$ ;  $L_{B_8} = 5450 \text{ mm}$
- (9) HEA 240;  $G = 383 \text{ kg}$ ;  $L_{B_9} = 5450 \text{ mm}$
- (10) HEA 240;  $G = 362 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{10}} = 5452 \text{ mm}$
- (11) HEA 240;  $G = 365 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{11}} = 5577 \text{ mm}$
- (12) HEA 240;  $G = 365 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{12}} = 5577 \text{ mm}$
- (13) HEA 240;  $G = 356 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{13}} = 5578 \text{ mm}$
- (14) HEA 240;  $G = 78 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{14}} = 1165 \text{ mm}$
- (15) HEA 240;  $G = 78 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{15}} = 1165 \text{ mm}$
- (16) HEA 240;  $G = 78 \text{ kg}$ ;  $L_{B_{16}} = 1165 \text{ mm}$

#### 4.4.1.2 Berechnung der Schwerpunktabstände

- Schwerpunktabstand in X – Richtung
  - Koordinatenabstände der einzelnen Träger

- (1) = 0 mm
- (2) = 8157 mm
- (3) = 13957 mm
- (4) = 19757 mm
- (5) = 3900 mm
- (6) = 3900 mm
- (7) = 3900 mm
- (8) = 10525 mm
- (9) = 10525 mm
- (10) = 10525 mm
- (11) = 16038,5 mm
- (12) = 16038,5 mm
- (13) = 16038,5 mm
- (14) = 19410,5 mm
- (15) = 19410,5 mm
- (16) = 19410,5 mm

- Berechnung des Schwerpunktabstandes

$$S_x = \frac{\sum M_i \cdot x_i}{\sum M_i}$$

$$S_x = \frac{1489 \text{ kg} \cdot 8157 \text{ mm} + 1608 \text{ kg} \cdot 13957 \text{ mm} + 1597 \text{ kg} \cdot 19757 \text{ mm}}{1489 \text{ kg} + 1608 \text{ kg} + 1597 \text{ kg}}$$

$$+ \frac{560 \text{ kg} \cdot 3900 \text{ mm} + 2 \cdot 697 \text{ kg} \cdot 3900 \text{ mm} + 2 \cdot 383 \text{ kg} \cdot 10525 \text{ mm}}{560 \text{ kg} + 2 \cdot 697 \text{ kg} + 2 \cdot 383 \text{ kg}}$$

$$+ \frac{362 \text{ kg} \cdot 10525 \text{ mm} + 2 \cdot 365 \text{ kg} \cdot 16038,5 \text{ mm} + 356 \text{ kg} \cdot 16038,5 \text{ mm}}{362 \text{ kg} + 2 \cdot 365 \text{ kg} + 356 \text{ kg}}$$

$$+ \frac{3 \cdot 78 \text{ kg} \cdot 19410,5 \text{ mm}}{3 \cdot 78 \text{ kg}} = \frac{107593226 \text{ kgmm}}{9066 \text{ kg}} = \underline{\underline{11867,8 \text{ mm}}}$$



- Schwerpunktabstand in y – Richtung
  - Koordinatenabstände der einzelnen Träger

- (1) = 3725 mm
- (2) = 3735 mm
- (3) = 4060 mm
- (4) = 4060 mm
- (5) = 0 mm
- (6) = 2750 mm
- (7) = 5500 mm
- (8) = 5500 mm
- (9) = 2750 mm
- (10) = 0 mm
- (11) = 5500 mm
- (12) = 2750 mm
- (13) = 0 mm
- (14) = 0 mm
- (15) = 2750 mm
- (16) = 5500 mm

- Berechnung des Schwerpunktabstandes

$$\begin{aligned}
 S_y &= \frac{\sum M_i \cdot y_i}{\sum M_i} \\
 S_y &= \frac{1420 \text{ kg} \cdot 3725 \text{ mm} + 1489 \text{ kg} \cdot 3735 \text{ mm} + 1608 \text{ kg} \cdot 4060 \text{ mm}}{1420 \text{ kg} + 1489 \text{ kg} + 1608 \text{ kg}} \\
 &+ \frac{1597 \text{ kg} \cdot 4060 \text{ mm} + 697 \text{ kg} \cdot 2750 \text{ mm} + 697 \text{ kg} \cdot 5500 \text{ mm}}{1597 \text{ kg} + 2 \cdot 697 \text{ kg}} \\
 &+ \frac{383 \text{ kg} \cdot 5500 \text{ mm} + 383 \text{ kg} \cdot 2750 \text{ mm} + 365 \text{ kg} \cdot 5500 \text{ mm}}{2 \cdot 383 \text{ kg} + 365 \text{ kg}} \\
 &+ \frac{365 \text{ kg} \cdot 2750 \text{ mm} + 78 \text{ kg} \cdot 2750 \text{ mm} + 78 \text{ kg} \cdot 5500 \text{ mm}}{356 \text{ kg} + 2 \cdot 78 \text{ kg}} \\
 &= \frac{36427965 \text{ kgmm}}{9160 \text{ kg}} = \underline{\underline{3978,9 \text{ mm}}}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.2 Ablauf der Erstellung des Anschlagschemas

Der Ablauf einer Erstellung des Anschlagschemas kann über sehr verschiedene Wege verlaufen. In den folgenden Abschnitten wird ein ausgewählter Ablauf beschrieben.

##### 4.4.2.1 Phase 1 Verdeutlichung des Schwerpunktes

Einzeichnen einer lotrechten Linie vom Schwerpunkt der Konstruktion nach oben.

#### 4.4.2.2 Phase 2 Einfügen der Seilspreize

Die Schwerpunkte der Seilspreize und der Konstruktion, entlang der Linie, werden übereinander ausgerichtet.

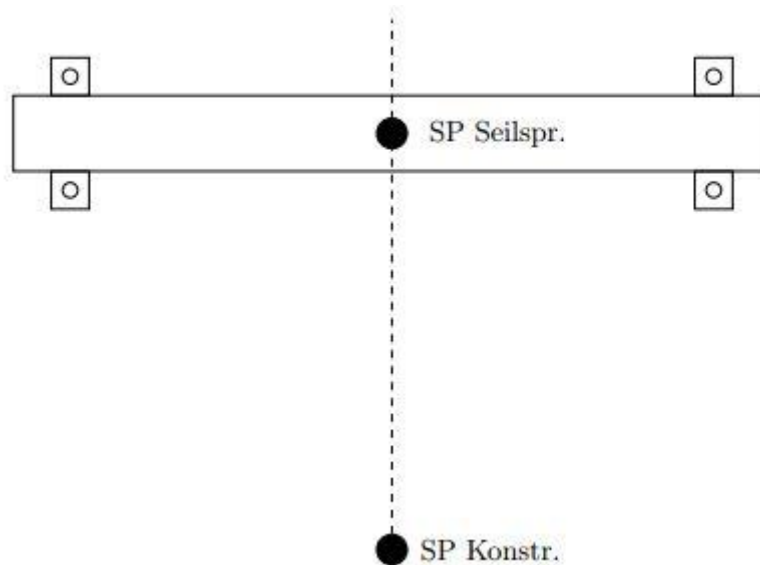


Abbildung 37 Einfügen der Seilspreize (Eigene Darstellung)

#### 4.4.2.3 Phase 3 Einfügen der Anschlagmittel oberhalb der Seilspreize

Eine Rundschlingenlänge wählen/festlegen. Mit dieser Länge wird ein Kreis gezeichnet welcher das Ösenauge der Seilspreize als Mittelpunkt besitzt. Dies gleich von beiden Seiten ausführen. Es entsteht ein Schnittpunkt welcher die Hakenhöhe festlegt. Als letztes die Rundschlingen vom Schnittpunkt zum Auge einfügen.

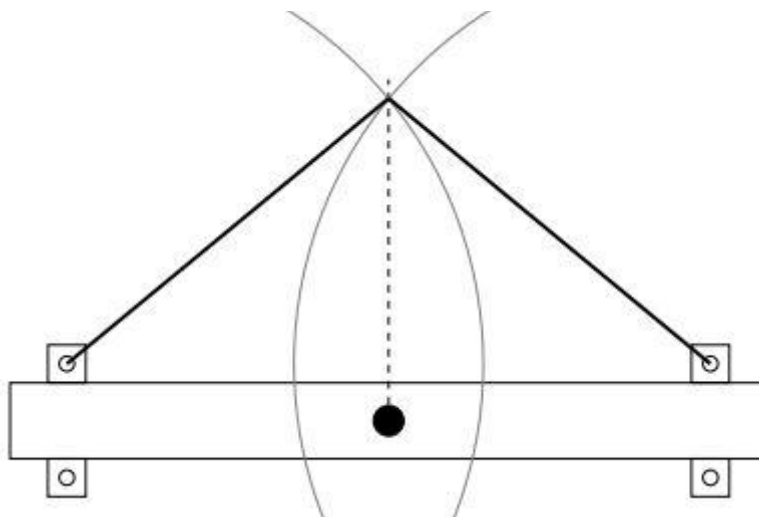


Abbildung 38 Einfügen der Anschlagmittel oberhalb der Seilspreize (Eigene Darstellung)

#### 4.4.2.4 Phase 4 Parameterfestlegung

Festlegung einer Länge (Hypotenuse) und eines Neigungswinkels. Die Länge besteht meist aus mehreren Anschlagmitteln, Schäkel und der Bügellänge des Lastbocks. Der Neigungswinkel sollte zwischen  $75^\circ$  und  $45^\circ$  liegen.

#### 4.4.2.5 Phase 5 Ermittlung der Anschlagpunkte

Mit den Parametern aus Phase 4 wird die Ankathete berechnet. Mit dieser Länge (Radius) wird in der Draufsicht der Konstruktion ein Kreis gezeichnet. Der Mittelpunkt dafür ist das untere Ösenblech der Seilspreize. Die Parameter aus Phase 4 müssen solange verändert werden bis der Kreis den Träger schneidet. Mit Hilfe des Schnittpunktes kann eine annähernd optimale Position des Anschlagpunktes festgelegt werden. Zu beachten ist das der Anschlagpunkt eines der vorgegebenen  $w$  – Maße annähert, um sicher zu stellen das Mutter und Unterlegscheibe nicht in den Radius des Trägers ragen.

**ANMERKUNG:** Als Richtwert für die Positionierung der Anschlagpunkte sollte annähernd ein Drittel Abschnitt des Trägers eingehalten werden.

#### 4.4.2.6 Phase 6 Wiederholungsphase 1

Die Phase 5 wird solange wiederholt bis alle notwendigen Anschlagpunkte festgelegt wurden.

#### 4.4.2.7 Phase 7 Einfügen der Anschlagpunkte

Durch die Ausführung von Phase 4 bis Phase 6 wurden Schnittpunkte auf den Trägern ermittelt die als Einfügepunkt für die Lastböcke verwendet werden. Dabei werden die Lastböcke in Richtung Öse der Seilspreize gedreht und ausgerichtet.

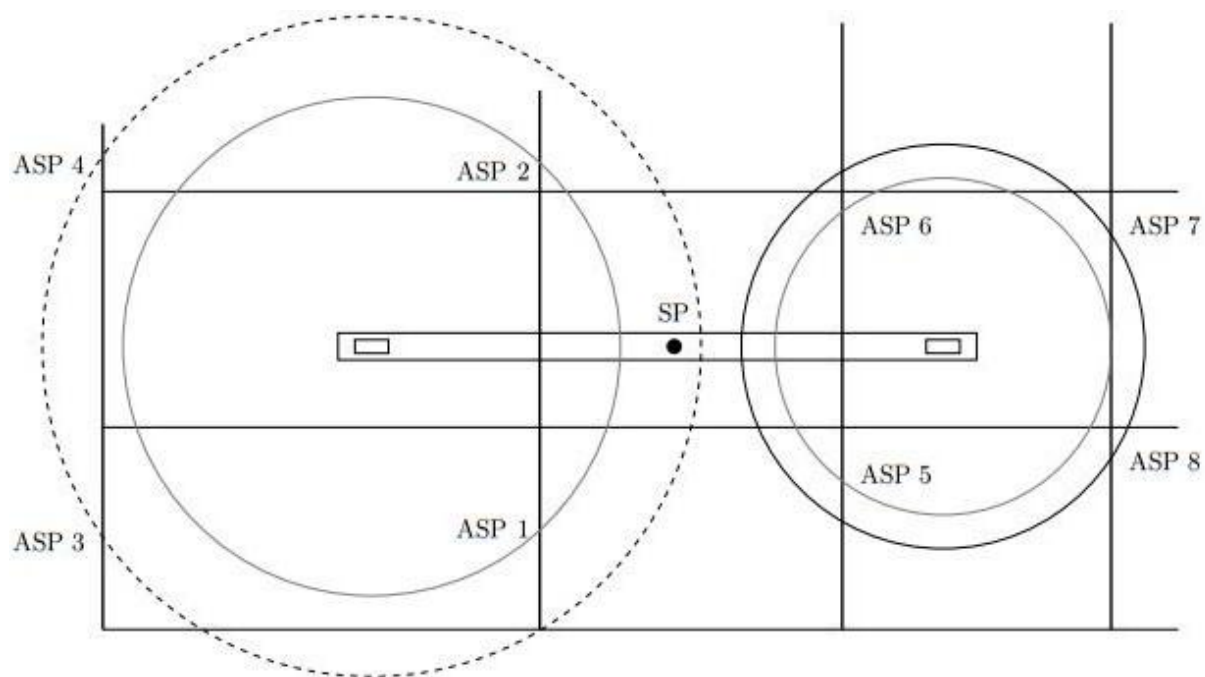


Abbildung 39 Schnittpunkte für die Anschlagpunkte (Eigene Darstellung)

#### 4.4.2.8 Phase 8 Ausrichtung der Ansichtsebene

Nachdem die Anschlagpunkte eingefügt wurden, kann begonnen werden die Anschlagmittel einzufügen. Um die Anschlagmittel einzufügen zu können sollte die Ansichtsebene direkt auf den Lastbock und der Öse gelegt werden.

#### 4.4.2.9 Phase 9 Einfügen der Anschlagmittel

Die Arbeitsebene ist gelegt. Nun kann mit dem Einfügen des Anschlagmittels begonnen werden. Zu Beginn wird die Entfernung zwischen Öse und Bügel des Lastbockes ermittelt. Dementsprechend wird die Länge des Anschlagmittels mit Anschlagmittel, Schäkel und der Beachtung der Bügellänge angefertigt und lotrecht eingefügt. Zum Abschluss wird die ganze Struktur Richtung Öse geneigt.

#### 4.4.2.10 Phase 10 Wiederholungsphase 2

Die Phase 8 und 9 sollte in der Reihenfolge solange ausgeführt werden bis alle Anschlagmittel erzeugt wurden.

### 4.4.3 Auswahl und Nachweis des Anschlagmittels

#### 4.4.3.1 Ermittlung der Anschlagmittelkräfte

Das Gesamtgewicht der Konstruktion liegt bei 10,82 to. Oberhalb der Seilspreize teilt sich dieses Gewicht auf 2 Stränge auf. Unterhalb der Spreize wirkt jeweils die Hälfte des ganzen Gewichtes pro Aufhängepunkt. Durch die Symmetrie in der Seilspreizenlängsachse kann die Last auf 2 der 4 Stränge aufgeteilt werden. Die Lastaufnahme erfolgt Diagonal der Anschlagmittel.

- Oberhalb der Seilspreize  
gew.: RS 8,00 to mit 10 m länge  
 $a = 5598 \text{ mm}$   
 $h_2 = 178 \text{ mm}$   
 $d_2 = 51 \text{ mm}$   
 $L_S = h_2 + d_2 = 178 \text{ mm} + 51 \text{ mm} = \underline{239 \text{ mm}}$   
 $L_O = L_{RS} + L_S = 10000 \text{ mm} + 239 \text{ mm} = \underline{10239 \text{ mm}}$   
 $\alpha = \cos^{-1} \frac{a}{L_O} = \cos^{-1} \frac{5598 \text{ mm}}{10239 \text{ mm}} = \underline{56,9^\circ}$   
 $\text{vorh } F_{RS} = \frac{\frac{G_{ges}}{2}}{\sin \alpha} = \frac{5,41 \text{ to}}{\sin 56,9^\circ} = \underline{6,43 \text{ to}}$

**Nachweis:**

$$NW = \frac{\text{vorh } F_{RS}}{WLL_{RS}} = \frac{6,43 \text{ to}}{8,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,81 < 1}}$$

- Unterhalb der Seilspreize  
gew.: RS 3,00 to mit 10 m und 12 m länge  
 $h = 11445 \text{ mm}$   
 $h_2 = 71 \text{ mm}$   
 $D = 58 \text{ mm}$   
 $E = 67 \text{ mm}$   
 $F = 18 \text{ mm}$

**Länge des Kettenzuges:**

$L_{KZ} = \text{variabel verstellbar}$

**Bügelänge des Lastbocks:**

$$L_{LB} = \frac{D}{2} + E - \frac{F}{2} = \frac{58 \text{ mm}}{2} + 67 \text{ mm} - \frac{18 \text{ mm}}{2} = \underline{87 \text{ mm}}$$

**Gesamtlängen der Rundschlingen:**

$$\begin{aligned} \text{ASP1} \quad L_1 &= h_2 + L_{LB} + L_{RS} + L_{KZ} \\ L_1 &= 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 10000 \text{ mm} + 1644 \text{ mm} = \underline{11802 \text{ mm}} \\ \text{ASP2} \quad L_2 &= h_2 + L_{LB} + L_{RS} + L_{KZ} \\ L_2 &= 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 10000 \text{ mm} + 1644 \text{ mm} = \underline{11802 \text{ mm}} \\ \text{ASP3} \quad L_3 &= 2 \cdot h_2 + L_{LB} + L_{RS} \\ L_3 &= 2 \cdot 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} = \underline{12229 \text{ mm}} \\ \text{ASP4} \quad L_4 &= 2 \cdot h_2 + L_{LB} + L_{RS} \\ L_4 &= 2 \cdot 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} = \underline{12229 \text{ mm}} \\ \text{ASP5} \quad L_5 &= 2 \cdot h_2 + L_{LB} + L_{RS} \\ L_5 &= 2 \cdot 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} = \underline{12229 \text{ mm}} \\ \text{ASP6} \quad L_6 &= 2 \cdot h_2 + L_{LB} + L_{RS} \\ L_6 &= 2 \cdot 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} = \underline{12229 \text{ mm}} \\ \text{ASP7} \quad L_7 &= h_2 + L_{LB} + L_{RS} + L_{KZ} \\ L_7 &= 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} + 482 \text{ mm} = \underline{12711 \text{ mm}} \\ \text{ASP8} \quad L_8 &= h_2 + L_{LB} + L_{RS} + L_{KZ} \\ L_8 &= 71 \text{ mm} + 87 \text{ mm} + 12000 \text{ mm} + 482 \text{ mm} = \underline{12711 \text{ mm}} \end{aligned}$$

**Ermittlung der Neigungswinkel:**

Für ASP 3/4/5/6:

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{h}{L} = \sin^{-1} \frac{11445 \text{ mm}}{12229 \text{ mm}} = \underline{69,4^\circ}$$

Für ASP 1/2:

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{h}{L} = \sin^{-1} \frac{11445 \text{ mm}}{11802 \text{ mm}} = \underline{75,9^\circ}$$

Für ASP 7/8:

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{h}{L} = \sin^{-1} \frac{11445 \text{ mm}}{12711 \text{ mm}} = \underline{64,2^\circ}$$

**Ermittlung der Kräfte in den Rundschlingen:**

Für ASP 3/4/5/6:

$$\text{vorh } F_{RS} = \frac{\frac{1}{4} \cdot G_{ges}}{\sin \alpha} = \frac{2,705 \text{ to}}{\sin 69,4^\circ} = \underline{2,89 \text{ to}}$$

Für 1/2:

$$\text{vorh } F_{RS} = \frac{\frac{1}{4} \cdot G_{ges}}{\sin \alpha} = \frac{2,705 \text{ to}}{\sin 75,9^\circ} = \underline{2,79 \text{ to}}$$

Für 7/8:

$$\text{vorh } F_{RS} = \frac{\frac{1}{4} \cdot G_{ges}}{\sin \alpha} = \frac{2,705 \text{ to}}{\sin 64,2^\circ} = \underline{3,00 \text{ to}}$$

#### Nachweis der gewählten Rundschlingen:

Für ASP 3/4/5/6:

$$NW = \frac{vorh F_{RS}}{WLL_{RS}} = \frac{2,89 \text{ to}}{3,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,96 < 1}}$$

Für ASP 1/2:

$$NW = \frac{vorh F_{RS}}{WLL_{RS}} = \frac{2,79 \text{ to}}{3,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,93 < 1}}$$

Für ASP 7/8:

$$NW = \frac{vorh F_{RS}}{WLL_{RS}} = \frac{3,00 \text{ to}}{3,00 \text{ to}} = \underline{\underline{1 = 1}}$$

#### 4.4.4 Auswahl und Nachweis der Anschlagpunkte

Gew.: VLBG M 24;  $WLL_{VLBG} = 4,00 \text{ to}$

– Für ASP 3/4/5/6:

$$NW = \frac{vorh WLL_{RS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{2,89 \text{ to}}{4,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,73 < 1}}$$

– Für ASP 1/2:

$$NW = \frac{vorh WLL_{RS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{2,79 \text{ to}}{4,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,70 < 1}}$$

– Für ASP 7/8:

$$NW = \frac{vorh F_{RS}}{WLL_{VLBG}} = \frac{3,00 \text{ to}}{4,00 \text{ to}} = \underline{\underline{0,75 < 1}}$$

#### 4.4.5 Ermittlung der auftretenden Verformungen und Spannungen im Querschnitt

Die Ermittlung der Spannungen und der Verformung kann in diesem Beispiel entfallen. Die maßgebenden tragenden Träger sind alle durch Anschlagpunkte gehalten. Somit entsteht als statisches System, ein Träger auf zwei Stützen mit jeweils einem Kragarm. Das statische System für die Querträger zwischen den Hauptträgern ist ein Einfeldträger auf zwei Stützen. Die Konstruktion wird in der Einbaulage einerseits an dafür vorgesehene Einbauteile befestigt. Die gegenüberliegende Seite wird nach oben hin an einen Fachwerkträger abgehängt. Durch diese Konstellation sind der Hebevorgang und die Einbaulage vom statischen System sehr ähnlich. Die Belastung im Endzustand ist durch die ständige Last des Betons und der Verkehrslast wesentlich höher als das Eigengewicht im Montagezustand. Somit sind die Nachweise für den Endzustand maßgebender.

## 5 Zusammenfassung (Fazit)

Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es eine Arbeitshilfe für den Montageingenieur im Stahl – und Industriebau zu schaffen und die Herangehensweise für die Planung von Anschlagschemen systematisch darzustellen. Dabei sollten die theoretischen Grundlagen einen Einstieg in die Rubrik Anschlagmittel ermöglichen. Die dafür verwendeten Beispiele sollten aufschlussreiche Erkenntnisse bei den erforderlichen Schritten der Bemessung und Planung von Anschlagschemen bringen.

In Bezug auf das erste Beispiel (Kapitel 3) sind folgende Erkenntnisse zu sagen. Jede betrachtete Variante hat seine Daseinsberechtigung. Die negativen Auswirkungen der einzelnen Varianten dürften bei der großen Anzahl von Montageprozessen keine gravierenden Effekte bewirken. Der Vergleich hinsichtlich der gewählten Anschlagmittel erbrachte, dass der Einsatz von Rundschlingen gegenüber Anschlagketten für den Anschläger die Belastung deutlich verringert. Bei der Verwendung an scharfen Kanten sollten Anschlagketten bevorzugt werden. Sie können nicht, im Gegensatz zu RS, zerschnitten werden. Die Ketten sind ebenfalls bei einer ruppigeren Umgangsart vorzuziehen. Die Variante 4 hat sich am Ende als die mit den meisten positiven Bewertungen herausgestellt.

Im Kapitel 4 wurde die Vorgehensweise der Planung eines Anschlagschemas an einem ausgewählten Beispiel erläutert. Die Herangehensweise verlief von der Berechnung der Schwerpunktlage zur Erstellung des Anschlagschemas bis hin zur Auswahl und dem Nachweis der Anschlagmittel und Anschlagpunkte. Die Ermittlung der auftretenden Spannungen im Querschnitt sowie die Verformung waren in diesem Beispiel für den Montagezustand nicht als maßgebend für die Konstruktion zu sehen.

Ein Urteil über mögliche standardisierte Anschlagschemata zu formulieren ist für diesen Bereich schlecht möglich. Die ständig ändernden Bedingungen machen die Montagen im Stahl – und Industriebereich zu einem sehr komplexen Thema. Es sind wenig Beispiele bekannt in dem eine Serienmontage möglich ist oder angewendet wird. Was jeden Auftrag zu einem Unikat macht. Eine gute ingenieurtechnische Erfahrung ist für die Ingenieure von großem Vorteil. Für all die vielen Faktoren gilt es sich immer aufs Neue einzustellen, was einen großen Reiz für die Ingenieure ausmacht um in diesem Tätigkeitsfeld zu arbeiten.

## 6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Ablauf eines Montagezyklus	3
Abbildung 2 Einteilung der Anschlagmittel	4
Abbildung 3 Darstellung der Winkelneigung von Anschlagmitteln	5
Abbildung 4 Anschlagen mit mehreren Strängen	6
Abbildung 5 Anschlagseilverwendung	8
Abbildung 6 Kriterien der Seilauswahl	9
Abbildung 7 Schlagrichtung von Litze und Seil	10
Abbildung 8 Schlagarten der Seile	10
Abbildung 9 Litzenquerschnitte nach DIN EN 12385 – 2	11
Abbildung 10 Standardverseilung	11
Abbildung 11 Parallelverseilung	12
Abbildung 12 Grundauführungen von Parallelschlaglitzen	13
Abbildung 13 Spiralseilquerschnitte	13
Abbildung 14 Aufbau Rundlitzenseil	14
Abbildung 15 Bezeichnungsbeispiel Seilkonstruktion	14
Abbildung 16 Einteilung der Seilarten	16
Abbildung 17 Einteilung der Machart von Faserseilen	22
Abbildung 18 Kettenaufbau und Bezeichnung	23
Abbildung 19 Beispiel Anhänger Güteklasse 5, einsträngig	25
Abbildung 20 Beispiel Anhänger Güteklasse 5, mehrsträngig	25
Abbildung 21 Etikette für Hebeband und Rundschlinge	27
Abbildung 22 Einteilung Hebezeuge	29
Abbildung 23 Einteilung Bauteilformen	30
Abbildung 24 Einteilung Anschlagpunkte	34
Abbildung 25 Anschlagschema Neigungswinkel 30°	39
Abbildung 26 Anschlagschema Neigungswinkel 45°	39
Abbildung 27 Anschlagschema Neigungswinkel 60°	40
Abbildung 28 Anschlagschema Traverse	40
Abbildung 29 Lösungsvariante 1	50
Abbildung 30 Lösungsvariante 2	51
Abbildung 31 Lösungsvariante 3	52
Abbildung 32 Lösungsvariante 4	53
Abbildung 33 Lösungsvariante 5	54
Abbildung 34 Lösungsvariante 6	55
Abbildung 35 Lösungsvariante 7	56
Abbildung 36 Bauteilgitter für Gewichtszuordnung	57
Abbildung 37 Einfügen der Seilspreize	60
Abbildung 38 Einfügen der Anschlagmittel oberhalb der Seilspreize	60
Abbildung 39 Schnittpunkte für die Anschlagpunkte	61
Abbildung 40 Hubhöhe und Tragfähigkeit am Beispiel eines Mobilkranes	86
Abbildung 41 Tragfähigkeitswerte am Beispiel eines Mobilkranes	87



## **7 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 Eigenschaften von Faserstoffen	15
Tabelle 2 Vergleich Eigenschaften Chemiefaserstoffe	21
Tabelle 3 Norm, Kennzeichnung und Güteklasse von Ketten	24
Tabelle 4 Tragfähigkeit und Farbcodierung Hebebänder und Rundschlingen	26
Tabelle 5 Vergleich Varianten	48
Tabelle 6 Vergleich Rundschlinge und Anschlagkette	48
Tabelle 7 Gewichte Rundschlingen	88
Tabelle 8 Rundstahlketten Güteklasse 12 Gewichte	88

## 8 Literaturverzeichnis

1. **Irina, Bulgakowa.** *Adaptive Lastaufnahmemittel*. s.l. : Renningen-Malmsheim : expert-Verl., 1998.
2. **Beratungsgesellschaft für Arbeits- und Gesundheitsschutz.** BfGA. [Online] [Zitat vom: 14. 11 2012.] <http://www.bfga.de/arbeitsschutz-lexikon-von-a-bis-z/fachbegriffe-a-b/anschlagmittel-fachbegriff>.
3. **Berufsgenossenschaft Holz und Metall.** Belastungstabellen für Anschlagmittel. *BGI 622*. Mainz : BGHM, 2012. Ausgabe 2012.
4. **Brugg Lifting.** Drahtseile, Zurrmittel & Hebemittel. *Katalog 2011*. Birr, Schweiz : Brugg Drahtseil AG, 2011.
5. Kranschule. [Online] [Zitat vom: 25. November 2012.] [http://www.kranschule.net/test1/wbt\\_kran/fenster/Schnürgang.htm..](http://www.kranschule.net/test1/wbt_kran/fenster/Schnürgang.htm..)
6. **Carl Sthal GmbH.** Praxishelfer Heben. Süssen : Carl Stahl GmbH, 1998. 1.
7. **Verein Deutscher Ingenieure.** VDI 2358. *Drahtseile für Fördermittel*. Düsseldorf : Beuth Verlag, 2010. 3.
8. **Deutsches Institut für Normung.** DIN EN 12385 - 2 Stahldrahtseile. *Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung*. Berlin : Beuth Verlag, 2008.
9. —. DIN 684 - 4 Geprüfte Rundstahlketten. *Teil 4 Kennzeichnung, Prüfzeugnis*. Berlin : Beuth Verlag, 2001.
10. —. DIN EN 1492 - 1 Textile Anschlagmittel. *Teil 1: Flachgewebte Hebebänder aus Chemiefasern für allgemeine Verwendungszwecke*. Berlin : Beuth Verlag, 2009.
11. **Dolezych.** Einfach sicher. Dortmund, Nordrhein - Westfalen, Deutschland : Dolezych, 2012.
12. **RUD Ketten.** Die Anschlagpunkte - Collection. *Edition 20*. Aalen, Baden - Württemberg, Deutschland : Rieger & Dietz GmbH und Co. KG, 2012.
13. **Carl Stahl GmbH.** Lastaufnahmemittel. *Edition 1*. München, Bayern, Deutschland : Carl Stahl GmbH München, 2012.
14. **Bauen mit Stahl.** *Stahlbau Arbeitshilfe, 5.4 Heben/Senken*. Düsseldorf : Bauen mit Stahl, 2000.
15. **Evers GmbH.** Evers ...sichert Produktwerte. [Online] [Zitat vom: 28. November 2012.] <http://www.eversgmbh.de>.
16. **T.Heinze, Dipl. -Ing.** Technische Universität Chemnitz. [Online] [Zitat vom: 26. Oktober 2012.] <http://www-user.tu-chemnitz.de/~risch/Studenten/Lehrunterlagen/Hebezeuge und Anschlagmittel.pdf>.

17. **Deutsches Institut für Normung.** DIN EN 1492 - 2 Textile Anschlagmittel. *Teil 2: Rundschlingen aus Chemiefasern für allgemeine Verwendungszwecke.* Berlin : Beuth Verlag, 2009.

18. **Verein Deutscher Ingenieure.** VDI 2500 Faserseile. *Beschreibung, Auswahl, Bemessung.* Düsseldorf : Beuth Verlag, 1990.

19. **Deutsches Institut für Normung.** DIN EN 13414 Anschlagseile aus Stahldrahtseilen. *Teil 1 - 3.* Berlin : Beuth Verlag, 2009.

20. **RUD Ketten.** Die Anschlagpunkte - Collection. *schraubbar, schweißbar, einfach stark.* Aalen : Rieger & Dietz GmbH und Co. KG, 2012. 20.

21. **Berufsgenossenschaft.** BGR 152. *Merkblatt für den Gebrauch von Anschlag - Faserseilen.* 1991.


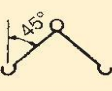
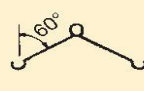

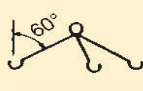
22. **Bau - Berufsgenossenschaft.** BGI 876. *Merkblatt für Seile und Ketten als Anschlagmittel im Baubetrieb.* s.l. : Bau - Berufsgenossenschaft, 1988.

## ANHANG A *Belastungstabellen ASM*

# Belastungstabelle

### Geschweißte Anschlagketten Rundstahlketten der Güteklasse 4

Die Tabellen gelten für Anschlagketten nach DIN EN 818-5. Bei Benutzung im Zinkbad gelten höchstens die halben Tabellenwerte.

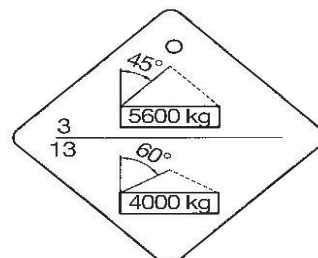
Ketten- Nennstärke	Tragfähigkeit in kg (direkt angeschlagen)				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°	0° bis 45°	45° bis 60°
mm					
8	1 000	1 400	1 000	2 120	1 500
10	1 600	2 240	1 600	3 250	2 360
13	2 650	3 750	2 650	5 600	4 000
16	4 000	5 600	4 000	8 500	6 000
18	5 000	7 100	5 000	10 600	7 500
20	6 300	8 500	6 300	13 200	9 500
23	8 000	11 800	8 000	17 000	12 500
26	10 600	15 000	10 600	22 400	16 000
28	12 500	17 000	12 500	25 000	18 000
32	16 000	22 400	16 000	33 500	23 600
36	20 000	28 000	20 000	42 500	30 000
40	25 000	35 500	25 000	53 000	37 500
45	31 500	45 000	31 500	67 000	47 500

Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.

Kettenstempel



Kettenanhänger (Beispiel)



Schnürgang, Temperaturen und Ablegereife einer Kette siehe Rückseite.

# Belastungstabelle



## Rundstahlketten der Güteklasse 4

Ketten- Nenndicke  mm	Tragfähigkeit in kg beim Schnürgang und für Kranzketten				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Kranzkette	
		0° bis 45°	45° bis 60°	Einzelstrang	Doppelstrang
8	800	1 120	800	1 600	4 000
10	1 250	1 750	1 250	2 500	6 400
13	2 100	3 000	2 100	4 250	10 600
16	3 150	4 400	3 150	6 300	16 000
18	4 000	5 600	4 000	8 000	20 000
20	5 000	7 000	5 000	10 000	25 000
23	6 400	9 000	6 400	13 200	32 000
26	8 500	12 000	8 500	17 000	42 000
28	10 000	14 000	10 000	20 000	50 000
32	12 500	17 500	12 500	25 000	64 000
36	16 000	22 400	16 000	31 500	80 000
40	20 000	28 000	20 000	40 000	100 000
45	25 000	35 000	25 000	50 000	125 000

Bei Temperaturen über 300 °C verringert sich die Tragfähigkeit wie folgt (siehe DIN EN 818-6):

Temperatur °C	–40 bis 300	über 300 bis 400	über 400 bis 475
Tragfähigkeit %	100	75	50

Beim Feuerverzinken gilt damit: Tabellenwert halbieren!

Siehe: BG-Regel „Rundstahlketten als Anschlagmittel in Feuerverzinkereien“ (BGR 150).


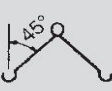
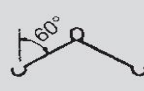

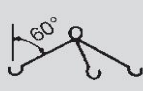
### Ablegereife

Anschlagketten dürfen nicht mehr verwendet werden, wenn die ganze Kette oder ein Einzelglied eine Längung von 5 % oder mehr erfahren hat oder wenn die Gliedstärke (Nenndicke) an irgendeiner Stelle um mehr als 10 % abgenommen hat (siehe DIN 685 „Geprüfte Rundstahlketten“).

# Belastungstabelle

## Anschlagmittel aus Rundstahlketten der Güteklasse 2

Die Tabellen gelten für Anschlagketten nach DIN 695 aus Rundstahlketten nach DIN 32891.

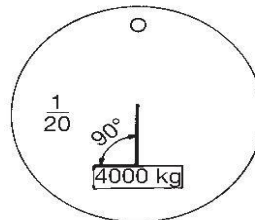
Ketten- Nenndicke  mm	Tragfähigkeit in kg (direkt angeschlagen)				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°	0° bis 45°	45° bis 60°
					
6	320	450	320	670	475
8	630	900	630	1 320	950
10	1 000	1 400	1 000	2 120	1 500
13	1 600	2 240	1 600	3 350	2 360
16	2 500	3 550	2 500	5 300	3 750
18	3 200	4 500	3 200	6 700	4 750
20	4 000	5 600	4 000	8 000	6 000
23	5 000	7 100	5 000	10 000	7 500
26	6 300	9 000	6 300	13 200	9 500
32	10 000	12 500	10 000	20 000	15 000
36	12 500	16 000	12 500	25 000	18 000
40	16 000	20 000	16 000	–	–
45	20 000	25 000	20 000	–	–

Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.

Kettenstempel



Kettenanhänger (Beispiel)





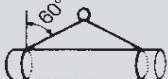
Schnürgang, Temperaturen und Abergereife einer Kette siehe Rückseite.



# Belastungstabelle



## Rundstahlketten der Güteklasse 2

Ketten- Nenndicke  mm	Tragfähigkeit in kg beim Schnürgang		
	Einzelstrang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°
			
6	250	350	250
8	500	700	500
10	800	1 100	800
13	1 300	1 800	1 300
16	2 000	2 800	2 000
18	2 500	3 600	2 500
20	3 200	4 500	3 200
23	4 000	5 600	4 000
26	5 000	7 100	5 000
32	8 000	11 200	8 000
36	10 000	14 000	10 000
40	13 000	16 000	13 000
45	16 000	20 000	16 000

Bei Temperaturen unter 0 °C und über 100 °C verringert sich die Tragfähigkeit wie folgt:

Temperatur °C	-20	-10	0 bis 100	150	200	250
Tragfähigkeit %	50	75	100	75	50	30

### Ablegereife











Anschlagketten dürfen nicht mehr verwendet werden, wenn die ganze Kette oder ein Einzelglied eine Längung von 5 % oder mehr erfahren hat oder wenn die Gliedstärke (Nenndicke) an irgendeiner Stelle um mehr als 10 % abgenommen hat (siehe DIN 685 „Geprüfte Rundstahlketten“).

# Belastungstabelle

G

## Stahldrahtseil-Grummets

nach DIN EN 13414-3 mit Stahleinlage, Drahtnennfestigkeit 1770 N/mm<sup>2</sup>

Seil- Nenn- durch- messer mm	Tragfähigkeit in kg									
	Ein Grummet					Zwei Grummets				
	direkt 0°	geschnürt 0°	0°	bis 45°	umgelegt über 45° – 60°	bis 45°	über 45° – 60°	direkt bis 45°	geschnürt über 45° – 60°	geschnürt über 45° – 60°
12										
15	2 200	1 750	4 400	3 000	2 200	1 500	1 100	3 000	2 400	1 750
18	3 400	2 700	6 800	4 750	3 400	2 375	1 700	4 750	3 800	2 700
21	4 900	3 900	9 800	6 850	4 900	3 400	2 450	6 850	5 500	3 900
24	6 700	5 350	13 400	9 400	6 700	4 700	3 350	9 400	7 500	5 350
27	9 000	7 200	18 000	12 600	9 000	6 300	4 500	12 600	10 080	7 200
30	11 500	9 000	23 000	16 100	11 500	8 000	5 750	16 100	12 900	9 000
33	14 000	11 000	28 000	19 600	14 000	9 800	7 000	19 600	15 700	11 000
36	17 000	13 500	34 000	23 800	17 000	11 900	8 500	23 800	19 000	13 500
39	20 000	16 000	40 000	28 000	20 000	14 000	10 000	28 000	22 400	16 000
42	23 500	19 000	47 000	32 900	23 500	16 450	11 750	32 900	26 300	19 000
48	27 000	21 500	54 000	37 800	27 000	18 900	13 500	37 800	30 200	21 500
54	35 500	28 500	71 000	49 700	35 500	24 850	17 750	49 700	39 800	28 500
60	45 000	36 000	90 000	63 000	45 000	31 500	22 500	63 000	50 400	36 000
	55 500	44 500	111 000	77 700	55 500	38 850	27 750	77 700	62 200	44 500

Anmerkung ): Normalerweise paarweiser Einsatz, Hängeregeln beachten!

Die Tragfähigkeiten von Seilen mit Faserseele sind ca. 20 % niedriger, siehe BG-Regel „Gebrauch von Anschlag-Drahtseilen“ (BGR 151), Tabelle 5 Grummets sind endlos gelegte Seile, bei denen an der Austauschstelle die zwei Litzenenden nach innen gelegt sind (keine Fehlstelle!). Die rot markierte Gegenseite mit dem Stoß der innen liegenden Litze darf nicht in den Kranhaken gelegt werden.






# Belastungstabelle

K

## Kabelschlaganschlagseile

Die Tabelle gilt für Stahldrahtkabelschlagseile mit Stahleinlage nach DIN EN 13414-3 mit verpressten Seilendverbindungen, Drahtnennfestigkeit 1770 N/mm<sup>2</sup>.

Seil- Nenn- durch- messer  mm	Tragfähigkeit in kg					
	Ein Seil		Zwei Seile Neigungswinkel von			Ver- presstes Endlos- seil ge- schnürt
	direkt	geschnürt	0° bis 45°	45° bis 60°	zweifach umgelegt	
						
24	3 750	3 000	5 250	3 750	15 000	6 000
27	4 750	3 800	6 650	4 750	19 000	7 500
30	6 500	5 200	9 000	6 500	26 000	10 000
33	7 500	6 000	10 500	7 500	30 000	12 000
36	9 000	7 200	12 500	9 000	36 000	14 500
39	10 500	8 400	15 000	10 500	42 000	17 000
42	12 500	10 000	17 500	12 500	50 000	20 000
48	16 000	12 800	22 500	16 000	64 000	26 000
54	20 500	16 400	28 500	20 500	82 000	32 500
60	25 000	20 000	35 500	25 000	100 000	40 000

## Einsatztemperatur für alle Seilarten

In der nachfolgenden Tabelle werden die Einsatztemperaturen aufgezeigt, die für Anschlag-Drahtseile zulässig sind, unter Berücksichtigung der Art der Seilverbindungen und der Seileinlagen.



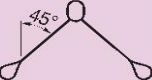
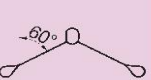
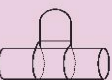
Seilendverbindung	Drahtseil mit	Temperatur des Seiles °C	Tragfähigkeit %
Aluminium- Pressklemme	Fasereinlage	– 40 bis + 100	100
	Stahleinlage	– 40 bis + 150	100
Spleiß	Fasereinlage	– 40 bis + 100	100
Flämisches Auge mit Stahlverpressung/ Spleiß	Stahleinlage	– 40 bis + 150	100
		+ 150 bis + 200	90
		+ 200 bis + 300	75
		+ 300 bis + 400	65

Gespleißte Seile haben nur 90 % der Tragfähigkeit der Tabelle.

# Belastungstabelle

## Anschlagmittel aus Naturfaserseilen

Die Tragfähigkeiten gelten für Anschlag-Faserseile nach DIN EN 1492-4.  
Die Tabelle gilt für gedrehte Seile im Trossenschlag aus Manila nach  
DIN EN ISO 1181 und Hanf nach DIN EN 1261.

Faserstoff	Seil- Nenn- durch- messer  mm	Tragfähigkeit in kg				
		Einzelstrang		Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Endlos- strang/ Kurz- gespleißt *) geschnürt
		direkt	geschnürt	0° bis 45°	45° bis 60°	
						
Manila	16	260	200	360	260	400
	20	400	320	560	400	640
	24	580	460	810	580	920
	28	780	620	1 100	780	1 250
	32	1 000	800	1 400	1 000	1 600
	36	1 300	1 000	1 800	1 300	2 000
	40	1 500	1 200	2 100	1 500	2 400
	48	2 200	1 800	3 100	2 200	3 600
Hanf	16	250	200	350	250	400
	20	350	280	500	350	560
	24	500	400	700	500	800
	28	700	560	1 000	700	1 120
	32	900	720	1 300	900	1 440
	36	1 200	960	1 700	1 200	1 920
	40	1 400	1 100	2 000	1 400	2 200
	48	2 000	1 600	2 800	2 000	3 200

Anmerkung: siehe Rückseite

\*) Langgespleißte Seile nur 60 % der Tabellenwerte

### Ablegereife:

Bei Feststellung folgender Schäden sind Faserseile (allgemein) der Benutzung zu entziehen:

- Bruch einer Litze
- Mechanische Beschädigungen, starker Verschleiß oder Auflockerungen
- Schäden infolge Einwirkung aggressiver Stoffe
- Lockerung der Spleiße

zusätzlich gilt für **Naturfaserseile**:

- Herausfallen von Fasermehl beim Aufdrehen des Seiles
- Schäden infolge feuchter Lagerung

zusätzlich gilt für **Chemiefaserseile**:




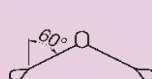

- Starke Verformung infolge Wärme, z. B. durch innere oder äußere Reibung, Wärmestrahlung

Belastungstabelle für Chemiefaserseile und Hinweise siehe Rückseite.

# Belastungstabelle

## Anschlagmittel aus Chemiefaserseilen

Die Tragfähigkeiten gelten für Anschlag-Faserseile nach DIN EN 1492-4. Die Tabelle gilt für gedrehte Seile im Trossenschlag aus Polyester nach DIN EN ISO 1141 und Polypropylen (Sorte 2) nach DIN EN ISO 1346. Bei Seilen aus Polypropylen (Sorte 1) nach DIN 83329 ist die Tragfähigkeit etwa 40 % niedriger anzusetzen.

Faserstoff	Seil-Nenn-durch-messer mm	Tragfähigkeit in kg				
		Einzelstrang		Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Endlos-strang/ Kurz- gespleißt *) geschnürt
		direkt	geschnürt	0° bis 45°	45° bis 60°	
						
Polyester	16	520	420	730	520	840
	20	800	640	1 100	800	1 280
	24	1 200	960	1 700	1 200	1 920
	28	1 500	1 200	2 100	1 500	2 400
	32	2 000	1 600	2 800	2 000	3 200
	36	2 500	2 000	3 500	2 500	4 000
	40	3 000	2 400	4 200	3 000	4 800
	48	4 300	3 400	6 000	4 300	6 800
Polypropylen	16	480	380	670	480	760
	20	750	600	1 000	750	1 200
	24	1 100	880	1 500	1 100	1 760
	28	1 400	1 100	2 000	1 400	2 200
	32	1 700	1 400	2 400	1 700	2 800
	36	2 200	1 800	3 100	2 200	3 600
	40	2 600	2 100	3 600	2 600	4 200
	48	3 700	3 000	5 200	3 700	6 000

\*) Langgespleißte Seile nur 60 % der Tabellenwerte

Anmerkung: Anschlagmittel dürfen nur bis zur Tragfähigkeit belastet werden, die auf dem Anhänger bzw. Etikett angegeben ist.

**Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.**

Kennzeichnung, Verwendung, Einsatztemperaturen, Überwachung und Prüfung von Anschlag-Faserseilen siehe BG-Regel „Gebrauch von Anschlag-Faserseilen“ (BGR 152).


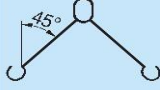
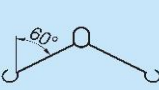
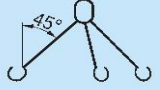
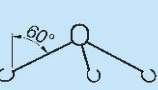


# Belastungstabelle

N

## Anschlagseile aus Stahldrahtseilen

Normalausführung nach DIN EN 13414-1 mit Pressklemmen und Faserseele, Drahtnennfestigkeit 1770 N/mm<sup>2</sup>, unter Berücksichtigung der Hakenausführung.

Seil- Nenndurch- messer  mm	Tragfähigkeit in kg (direkt angeschlagen)				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°	0° bis 45°	45° bis 60°
					
8	700	950	700	1 500	1 050
10	1 000	1 400	1 000	2 100	1 500
12	1 500	2 100	1 500	3 200	2 300
14	2 000	2 800	2 000	4 200	3 000
16	2 700	3 800	2 700	5 650	4 000
18	3 150	4 400	3 150	6 600	4 700
20	4 000	5 600	4 000	8 400	6 000
22	5 000	7 000	5 000	10 500	7 500
24	6 300	8 800	6 300	13 200	9 400
26	7 000	9 800	7 000	14 700	10 500
28	8 000	11 200	8 000	16 800	12 000
32	11 000	15 000	11 000	23 000	16 500
36	14 000	19 000	14 000	29 000	21 000
40	17 000	23 500	17 000	36 000	26 000
44	21 000	29 000	21 000	44 000	31 500
48	25 000	35 000	25 000	52 000	37 000
52	29 000	40 000	29 000	62 000	44 000
56	33 500	47 000	33 500	71 000	50 000
60	39 000	54 000	39 000	81 000	58 000

– Schnürgang von Seilen siehe Rückseite! –

### Ablegereife: Bei folgenden Schäden Seile nicht mehr benutzen:

- Bruch einer Litze
- Quetschungen im Auflagebereich der Öse mit mehr als 4 Drahtbrüchen bei Litzenseilen bzw. mehr als 10 Drahtbrüchen bei Kabelschlagseilen
- Drahtbrüche in großer Zahl
- Knicke und Kinken (Klanken)
- Quetschungen in der freien Länge
- Korrosionsnarben
- Beschädigungen oder starker Verschleiß der Seilendverbindungen

Seilart		Sichtbare Drahtbrüche bei Ablegereife auf einer Länge von		
		3d	6d	30d
Litzenseil	N	3 benachbarte Drähte einer Litze	6	14
Kabelschlagseil/Grummet*)	K/G	10	15	40

\*) siehe BGR 500 Kap. 2.8, 3.15.4.1

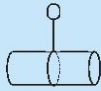
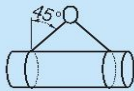
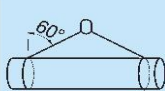
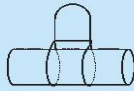
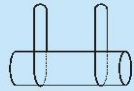
DIN EN 13414 Teil 2

# Belastungstabelle

N

## Stahldrahtseile Normalausführung

Die Tragfähigkeiten für Endlosseile gelten für aus Rundlitzen gelegte Seile und für endlos gepresste Seile mit zwei Pressklemmen, siehe Vorderseite.

Seil- Nenndurch- messer  mm	Tragfähigkeit in kg beim Schnürgang und für Endlosseile				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Einzel- strang	Doppel- strang
		0° bis 45°	45° bis 60°		
					
8	560	760	560	1 100	2 800
10	800	1 100	800	1 600	4 000
12	1 200	1 700	1 200	2 400	6 000
14	1 600	2 200	1 600	3 200	8 000
16	2 150	3 050	2 150	4 300	10 800
18	2 500	3 500	2 500	5 000	12 600
20	3 200	4 500	3 200	6 400	16 000
22	4 000	5 600	4 000	8 000	20 000
24	5 000	7 000	5 000	10 000	25 200
26	5 600	7 800	5 600	11 200	28 000
28	6 400	9 000	6 400	12 800	32 000
32	8 800	12 300	8 800	17 600	44 000
36	11 200	15 500	11 200	22 400	56 000
40	13 600	19 000	13 600	27 200	68 000
44	16 800	23 500	16 800	33 500	84 000
48	20 000	28 000	20 000	40 000	100 000
52	23 000	32 000	23 000	–	–
56	26 800	37 500	26 800	–	–
60	31 000	43 500	31 000	–	–

**Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.**

Ablegereife und Einsatztemperaturen von Seilen und Hinweis auf DIN EN 13414 – siehe Belastungstabelle Seilart K –

Verwendung, Aufbewahrung, Überwachung und Prüfung von Anschlag-Drahtseilen und erweiterte Belastungstabellen – siehe BG-Regel „Gebrauch von Anschlag-Drahtseilen“ (BGR 151)



# Belastungstabelle

## Rundschlingen und endlose Chemiefaserhebeebänder

nach DIN EN 1492 Teil 2 und 1

Kenn- farbe	Tragfähigkeit WLL in kg und Farbcodierung									
	Ein Endloshebeband					Zwei Endloshebeebänder				
	direkt 0°	geschnürt 0°	0° <sup>*)</sup>	bis 45°	umgelegt über 45° – 60°	bis 45°	über 45° – 60°	direkt bis 45°	geschnürt bis 45°	über 45° – 60°
–										
violett	500	400	1 000	700	500	350	250	700	560	500
–	1 000	800	2 000	1 400	1 000	700	500	1 400	1 120	1 000
grün	1 500	1 200	3 000	2 100	1 500	1 050	750	2 100	1 680	1 500
–	2 000	1 600	4 000	2 800	2 000	1 400	1 000	2 800	2 240	2 000
gelb	2 500	2 000	5 000	3 500	2 500	1 750	1 250	3 500	2 800	2 500
gelb	3 000	2 400	6 000	4 200	3 000	2 100	1 500	4 200	3 360	3 000
grau	4 000	3 200	8 000	5 600	4 000	2 800	2 000	5 600	4 480	4 000
rot	5 000	4 000	10 000	7 000	5 000	3 500	2 500	7 000	5 600	5 000
braun	6 000	4 800	12 000	8 400	6 000	4 200	3 000	8 400	6 720	6 000
blau	8 000	6 400	16 000	11 200	8 000	5 600	4 000	11 200	8 960	8 000
orange	10 000	8 000	20 000	14 000	10 000	7 000	5 000	14 000	11 200	10 000

Auch an den oberen scharfen Kanten der Last Kantenschutz benutzen!

*\*) Abweichungen durch Handhabungstoleranzen bis 6° zulässig*

Verwendung von Chemiefaserhebeebändern über 100 °C (Polypropylen über 80 °C) und unter –40 °C unzulässig, Überwachung und Prüfung, Ablegereife, Aufbewahrung und Instandsetzung siehe BG-Information „Gebrauch von Hebeebändern und Rundschlingen aus Chemiefasern“ (BGI 873).

# Belastungstabelle

## Chemiefaserhebebänder

nach DIN EN 1492 Teil 1

Kenn- farbe	Tragfähigkeit WLL in kg und Farbcodierung									
	Ein Schlaufenhebeband					Zwei Schlaufenhebebänder				
	direkt	geschnürt <sup>*)</sup>	umgelegt, umschlungen		über 45° – 60°	direkt	geschnürt <sup>*)</sup>	direkt	geschnürt <sup>*)</sup>	über 45° – 60°
			0° <sup>*)</sup>	bis 45°						
–										
violett	500	400	1000	700	500	700	560	500	400	800
–	1000	800	2000	1400	1000	1400	1120	1000	800	1200
grün	1500	1200	3000	2100	1500	2100	1680	1500	1200	1600
–	2000	1600	4000	2800	2000	2800	2240	2000	1600	2000
gelb	2500	2000	5000	3500	2500	3500	2800	2500	2000	2400
–	3000	2400	6000	4200	3000	4200	3360	3000	2400	3200
gelb	4000	3200	8000	5600	4000	5600	4480	4000	3200	4000
rot	5000	4000	10000	7000	5000	7000	5600	5000	4000	4800
–	6000	4800	12000	8400	6000	8400	6720	6000	4800	6400
braun	8000	6400	16000	11200	8000	11200	8960	8000	6400	8000
orange	10000	8000	20000	14000	10000	14000	11200	10000	8000	10000

Auch an den oberen scharfen Kanten der Last Kantenschutz benutzen!

<sup>\*)</sup> Abweichungen durch Handhabungstoleranzen bis 6° zulässig



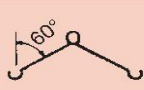


<sup>\*\*)</sup> Für diese Anschlagart „geschnürt“ dürfen nur Schlaufenbänder mit Verstärkung in der Schlaufe verwendet werden, wie sie durch die neue europäische Norm gefordert werden. Der Öffnungswinkel der Schlaufe darf 20° nicht überschreiten! Allgemeine Hinweise siehe Rückseite.



# Belastungstabelle

## Anschlagmittel aus Rundstahlketten der Güteklasse 8

Die Tabellen gelten für Anschlagketten nach DIN EN 818-4 „Kurzgliedrige Rundstahlketten für Hebezwecke – Sicherheit – Teil 4: Anschlagketten Güteklasse 8“.

Ketten- Nennstärke  mm	Tragfähigkeit in kg (direkt angeschlagen)				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°	0° bis 45°	45° bis 60°
					
4	500	700	500	1 050	750
6*)	1 000	1 400	1 000	2 100	1 500
8	2 000	2 800	2 000	4 250	3 000
10	3 200	4 500	3 200	6 700	4 750
13*)	5 000	7 100	5 000	10 000	7 500
16	8 000	11 200	8 000	17 000	11 800
18	10 000	14 000	10 000	21 200	15 000
20	12 500	18 000	12 500	26 500	18 000
22	15 000	21 200	15 000	32 000	22 400
26*)	20 000	28 000	20 000	40 000	30 000
28	25 000	35 500	25 000	50 000	37 500
32	32 000	45 000	32 000	63 000	47 500
36	40 000	56 000	40 000	80 000	60 000
40	50 000	71 000	50 000	100 000	75 000
45	63 000	90 000	63 000	125 000	90 000

\*) Anmerkung: siehe Rückseite

**Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.**

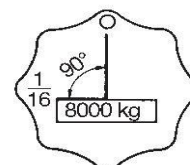
### Kettenstempel



### Roter Kettenanhänger

üblich (nach DIN EN 818-4  
auch andere Formen und  
ohne Farbe erlaubt)

Beispiel:  
Anhänger an  
1-strängiger  
16-mm-Kette



Schnürgang, Temperaturen und Ablegereife einer Kette siehe Rückseite.



# Belastungstabelle



## Rundstahlketten der Güteklasse 8

Ketten- Nenndicke  mm	Tragfähigkeit in kg beim Schnürgang und für Kranzketten				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Kranzkette	
		0° bis 45°	45° bis 60°	Einzelstrang	Doppelstrang
4	400	560	400	800	2 000
6*)	800	1 120	800	1 600	4 000
8	1 600	2 240	1 600	3 200	8 000
10	2 500	3 550	2 500	5 000	12 500
13*)	4 000	5 600	4 000	8 000	20 000
16	6 300	9 000	6 300	12 500	32 000
18	8 000	11 200	8 000	16 000	40 000
20	10 000	14 000	10 000	20 000	50 000
22	12 000	17 000	12 000	24 000	60 000
26*)	16 000	22 400	16 000	32 000	80 000
28	20 000	28 000	20 000	40 000	100 000
32	25 000	35 500	25 000	50 000	125 000
36	32 000	45 000	32 000	63 000	160 000
40	40 000	56 000	40 000	80 000	200 000
45	50 000	71 000	50 000	100 000	250 000

\*) Anmerkung: Ketten nach DIN EN 818-4 entsprechend Anhänger etwas höher belastbar

Bei Temperaturen über 200 °C verringert sich die Tragfähigkeit wie folgt:

Temperatur °C	–40 bis 200	über 200 bis 300	über 300 bis 400
Tragfähigkeit %	100	90	75


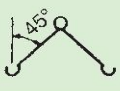
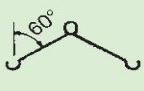

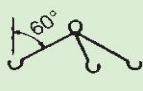
### Ablegereife

Anschlagketten dürfen nicht mehr verwendet werden, wenn die ganze Kette oder ein Einzelglied eine Längung von 5 % oder mehr erfahren hat oder wenn die Gliedstärke (Nenndicke) an irgendeiner Stelle um mehr als 10 % abgenommen hat (siehe DIN 685 „Geprüfte Rundstahlketten“).

# Belastungstabelle

## Anschlagmittel aus Rundstahlketten der Güteklasse 10

Die Tabellen gelten für Anschlagketten nach  
PAS 1061 2006-04 „Rundstahlketten für Anschlagketten - Güteklasse 10“

Ketten- Nennstärke	Tragfähigkeit in kg (direkt angeschlagen)				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Drei- und Vierstrang mit Neigungswinkeln von	
		0° bis 45°	45° bis 60°	0° bis 45°	45° bis 60°
mm					
4	630	880	630	1 320	940
5	1 000	1 400	1 000	2 100	1 500
6	1 400	1 960	1 400	2 940	2 100
7	1 900	2 660	1 900	3 990	2 850
8	2 500	3 500	2 500	5 250	3 750
10	4 000	5 600	4 000	8 400	6 000
13	6 700	9 400	6 700	14 070	10 050
16	10 000	14 000	10 000	21 000	15 000
18	12 500	17 500	12 500	26 250	18 750
19	14 000	19 600	14 000	29 400	21 000
20	16 000	22 400	16 000	33 600	24 000
22	19 000	26 600	19 000	39 900	28 500
23	20 000	28 000	20 000	42 000	30 000
26	26 500	37 100	26 500	55 650	39 750

Beim Anschlagen mit mehreren Strängen dürfen nur zwei Stränge als tragend angenommen werden. Dies gilt nicht, wenn sichergestellt ist, dass sich die Last gleichmäßig auch auf weitere Stränge verteilt. Bei ungleicher Lastverteilung darf die zulässige Belastung der einzelnen Stränge nicht überschritten werden.

### Kettenstempel



Kettenanhänger mit  
Tragfähigkeitsangabe für  
0° - 45° und 45° - 60°.  
Form und Farbe nach  
Hersteller verschieden.

Schnürgang, Temperaturen und Ablegereife einer Kette siehe Rückseite.

# Belastungstabelle



## Rundstahlketten der Güteklasse 10

Ketten- Nenndicke  mm	Tragfähigkeit in kg beim Schnürgang und für Kranzketten				
	Einzel- strang	Doppelstrang mit Neigungswinkeln von		Kranzkette	
		0° bis 45°	45° bis 60°	Einzelstrang	Doppelstrang
4	500	700	500	1 000	2 500
5	800	1 120	800	1 600	4 000
6	1 120	1 570	1 120	2 240	5 600
7	1 520	2 130	1 520	3 040	7 600
8	2 000	2 800	2 000	4 000	10 000
10	3 200	4 480	3 200	6 400	16 000
13	5 360	7 500	5 360	10 720	26 800
16	8 000	11 200	8 000	16 000	40 000
18	10 000	14 000	10 000	20 000	50 000
19	11 200	15 680	11 200	22 400	56 000
20	12 800	17 920	12 800	25 600	64 000
22	15 200	21 280	15 200	30 400	76 000
23	16 000	22 400	16 000	32 000	80 000
26	21 200	29 680	21 200	42 400	106 000

**Die Tragfähigkeit in Abhängigkeit der Kettentemperatur ist entsprechend den Herstellerangaben zu wählen.**

PAS 1061 2006-04 gibt folgende Bedingungen vor:

Temperatur °C	niedrigste Einsatztemperatur bis 300 nach Herstellerangabe	300 - 380
Tragfähigkeit %	100	60

### Ablegereife

Anschlagketten dürfen nicht mehr verwendet werden, wenn die ganze Kette oder ein Einzelglied eine Längung von 5 % oder mehr erfahren hat oder wenn die Gliedstärke (Nenndicke) an irgendeiner Stelle um mehr als 10 % abgenommen hat (siehe DIN 685 „Geprüfte Rundstahlketten“).



## ANHANG B *Hubhöhe und Tragfähigkeit Kran*

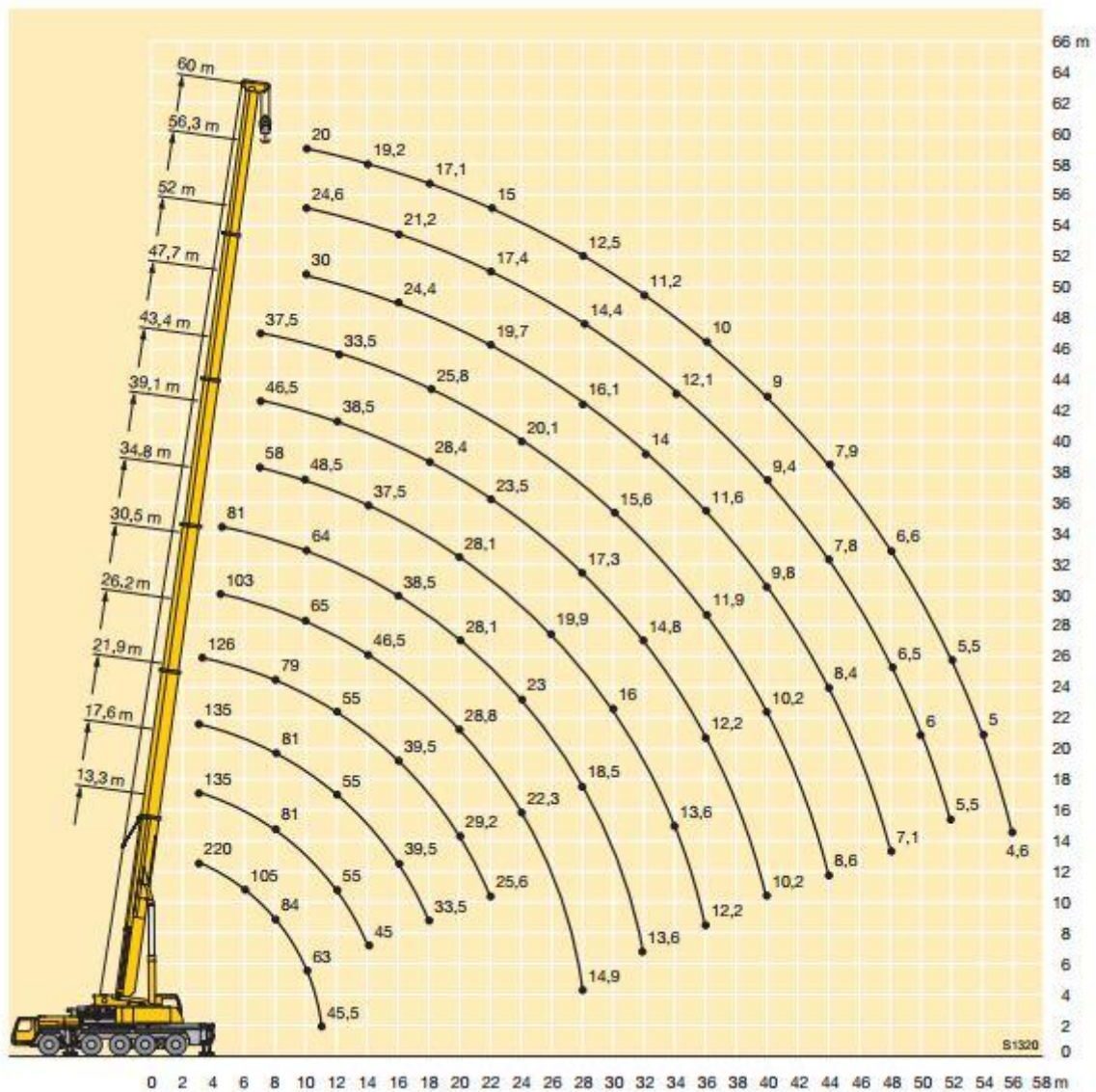








Abbildung 40 Hubhöhe und Tragfähigkeit am Beispiel eines Mobilkranes

<div>      </div>													
<div>  <div>13,3 m</div> <div>17,6 m</div> <div>21,9 m</div> <div>26,2 m</div> <div>30,5 m</div> <div>34,8 m</div> <div>39,1 m</div> <div>43,4 m</div> <div>47,7 m</div> <div>52 m</div> <div>56,3 m</div> <div>60 m</div> <div>Crane icon</div> </div>													
3	220	152	135	135									3
3,5	150	150	135	135	126								3,5
4	140	140	130	130	126								4
4,5	127	127	122	120	117	103							4,5
5	119	119	114	112	109	102							5
6	105	105	101	100	97	95	81						6
7	94	94	90	89	87	85	79	58					7
8	84	84	81	81	79	77	76	55	46,5				8
9	74	74	73	73	72	71	69	52	44,5	37,5			9
10	63	63	66	67	66	65	64	48,5	42,5	36	30		10
11	45,5	45,5	61	61	60	61	59	45,5	40,5	34,5	29,2	24,6	11
12			55	55	55	56	55	42	38,5	33,5	28,3	24,1	12
14			45	46	47	46,5	46	37,5	34,5	30,5	26,3	22,7	14
16				39,5	39,5	39	38,5	33	31,5	27,9	24,4	21,2	16
18				33,5	33,5	33,5	32,5	30,5	28,4	25,8	22,6	19,8	18
20					29,2	28,8	28,1	28,1	25,8	23,6	21,1	18,5	20
22					25,6	25,2	24,5	25,3	23,5	21,7	19,7	17,4	22
24					15,7	22,3	23	22,3	21,5	20,1	18,4	16,3	24
26						19,9	20,6	19,9	19,2	18,8	17,2	15,2	26
28						14,9	18,5	17,8	17,3	17,4	16,1	14,4	28
30							16,7	16	16,3	15,6	15,1	13,5	30
32							13,6	14,4	14,8	14,1	14	12,7	32
34								13,6	13,4	12,7	12,8	12,1	34
36								12,2	12,2	11,9	11,6	11,4	36
38									11,2	11,1	10,6	10,4	38
40									10,2	10,2	9,8	9,4	40
42										9,4	9,2	8,6	42
44										8,6	8,4	7,8	44
46											7,7	7,2	46
48											7,1	6,5	48
50												6	50
52												5,5	52
54													54
56												4,6	56

\* nach hinten • over rear • en arrière • sul posteriore • hacia atrás • при выдвинутой назад стреле

TAB 172001 / 172354

Abbildung 41 Tragfähigkeitswerte am Beispiel eines Mobilkranes

## ANHANG C Tabellen

### SpanSet Liftfix Rundschlingen

Die preisgünstige Alternative, Tragfähigkeit 0,5-50 t

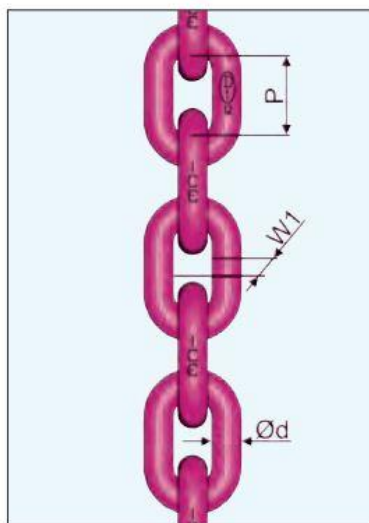
- Unverwechselbare Farbcodierung nach Euro-Norm
- Eingewebte Tonnenstreifen
- Normgerechte Ausführung nach EN 1492-2
- Qualitätsgeprüft



Bestell-Nr.	Nenntragfähigkeit (kg)	Auflagedicke unter Last ca. (mm)	Auflagebreite unter Last ca. (mm)	L1 min. (m)	L1 max. (m)	ca. Gewicht (kg/lfm)	Preis € 1 m	Preis € 1,5 m	Preis € 2 m	Preis € 3 m	Preis € 4 m	Preis € 5 m	Preis € / 1. m	Preis € / lfm
Sonderlängen														
1101060005xxx	500	4,0	40,0	0,50	10	0,13	6,70	8,40	9,90	13,10	18,30	21,70	8,00	3,40
1101060010xxx	1000	6,0	45,0	0,50	15	0,40	8,10	10,30	12,40	16,70	21,20	25,50	9,50	4,50
1101060020xxx	2000	7,0	48,0	0,50	15	0,60	10,00	13,00	15,80	21,60	27,40	33,10	11,80	6,10
1101060030xxx	3000	8,0	60,0	0,75	15	0,80	13,40	17,70	22,10	30,90	39,60	48,30	15,40	9,10
1101060040xxx	4000	10,0	65,0	0,75	15	1,00	18,40	23,50	28,70	39,30	49,60	60,10	21,60	10,80
1101060050xxx	5000	10,0	75,0	1,00	60	1,00	27,00	33,00	45,20	57,50	69,70	84,20	24,20	12,70
1101060060xxx	6000	13,0	80,0	1,00	60	1,40		39,10	53,80	68,50	83,30	101,20	28,50	15,30
1101060080xxx	8000	15,0	80,0	1,00	60	1,80			69,70	89,00	108,40	131,20	36,30	20,00
1101060100xxx	10000	18,5	90,0	1,00	60	2,20			89,30	112,80	136,00	164,20	42,80	23,40
1101060150xxx	15000	20,5	115,0	1,00	60	3,40			169,30	207,10	244,90	293,80	93,60	37,80
1101060200xxx	20000	22,5	138,0	1,00	60	4,20			241,60	297,20	352,90	423,40	130,10	55,80
1101060250xxx	25000	24,0	150,0	1,00	60	5,30			296,20	363,40	430,40	516,50	161,90	67,30
1101060300xxx	30000	27,0	170,0	1,00	60	7,00			339,10	427,80	516,50	623,80	200,20	88,80
1101060400xxx	40000	37,0	190,0	2,50	60	10,00			506,40	628,20	750,20	900,20	262,50	122,10
1101060500xxx	50000	65,0	230,0	2,50	60	13,00			646,60	814,40	982,20	1178,60	310,90	168,00

Tabelle 7 Gewichte Rundschlingen

### ICE-Rundstahlkette in Güteklasse 12



Nennstärke d mm Ø	6	8	10	13	16
Teilung P mm	18	24	30	39	48
innere Breite W1 bi min. mm	7,8	10,4	13	17	21
Tragfähigkeit WLL t	1,8	3,0	5,0	8,0	12,5
Prüfkraft MPF in kN	44,1	73,5	123	196	314
Bruchkraft BF min. kN	71	118	196	314	503
Gewicht kg/m	0,98	1,66	2,62	4,25	6,72
Oberfläche	pulverbeschichtet ICE-Pink				
Bestell-Nr.	7998048	7996116	7996117	7996118	7998735
Oberfläche	naturschwarz phosphatiert				
Bestell-Nr.	7994424	7996122	7996123	7996124	7994428

Bruchdehnung: A min: naturschwarz  $\geq 25\%$  ICE-PINK  $\geq 20\%$

Stempelung: ICE-Kennzeichnung in jedem Kettengliedrücken, Fertigungsnummer und BG-Zulassungsstempel < 0,5 m

Tabelle 8 Rundstahlketten Güteklasse 12 Gewichte





## Anschlagpunkte - schraubbar - VIP-Lastbock-Gewinde - VLBG -

...360° drehbar



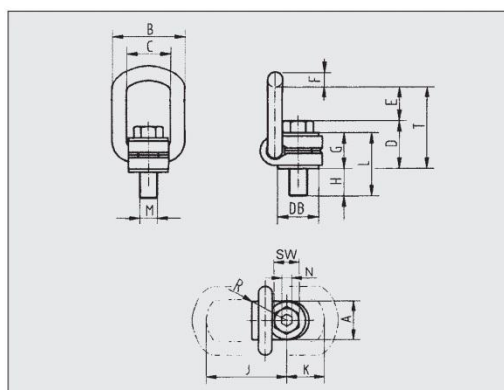
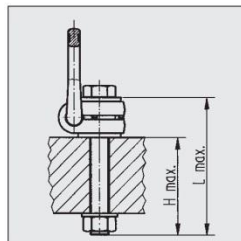
Entspricht Maschinenrichtlinie 2006/42/EG


**4** Allseitig  
belastbar!  
FACHE  
SICHERHEIT

-40° C



360°  
drehbar



Bezeichnung	Trag- fähig- keit (t)	A	B	C	D	E	F	G	H	H	J	K	L	L	M	N	SW	R	T	DB	Gewicht Standard kg	Anzugs- moment	Best.-Nr.: (Standard)	Best.-Nr.: Vario mit Scheibe u. Mutter
VLBG 0,3t M 8	0,3	30	54	34	35	40	10	29	11	76	75	45	40	105	8	5	13	32	75	24	0,3	30 Nm	8500821	8600280
VLBG 0,63t M 10	0,63	30	54	34	36	39	10	29	16	96	75	45	45	125	10	6	17	32	75	24	0,32	60 Nm	8500822	8600281
VLBG 1t M 12	1	32	54	34	37	38	10	29	21	116	75	45	50	145	12	8	19	32	75	26	0,33	100 Nm	8500823	8600382
VLBG 1,2t M 14	1,2	33	56	36	46	39	13,5	36	—	34	86	47	—	70	14	10	24	38	85	30	0,55	120 Nm	—	8600399
VLBG 1,5t M 16	1,5	33	56	36	46	39	13,5	36	24	149	86	47	60	185	16	10	24	38	85	30	0,55	150 Nm	8500824	8600383
VLBG 2,0t M 18	2,0	50	82	54	55	55	16,5	43	—	47	113	64	—	90	18	12	30	48	110	45	1,3	200 Nm	—	8600384
VLBG 2,5t M 20	2,5	50	82	54	55	55	16,5	43	32	187	113	64	75	230	20	12	30	48	110	45	1,3	250 Nm	8500826	8600385
VLBG 4t M 24	4	50	82	54	58	67	18	43	37	222	130	78	80	265	24	14	36	48	125	45	1,5	400 Nm	8500827	8600386
VLBG 4t M 27	4	60	103	65	78	69	22,5	61	39	—	151	80	100	—	27	—	41	67	147	60	3,1	400 Nm	7983658	—
VLBG 5t M 30	5	60	103	65	80	67	22,5	61	49	279	151	80	110	340	30	17	46	67	147	60	3,3	500 Nm	8500828	8600388
VLBG 7t M 36 ▲	7	60	103	65	72	74	22,5	55	52	—	151	80	107	—	36	—	55	67	146	60	3,4	700 Nm	8500829	—
VLBG 8t M 36	8	77	122	82	100	97	26,5	77	63	223	205	110	140	300	36	22	55	87	197	70	6,2	800 Nm	7983553	8600289
VLBG 10t M 42	10	77	122	82	103	94	26,5	77	73	273	205	110	150	350	42	24	65	87	197	70	6,7	1000 Nm	7983554	8600290
VLBG 15t M 42	15	95	156	100	113	109	36	87	63	263	230	130	150	350	48	24	65	100	222	85	11,2	1500 Nm	7982966	8600291
VLBG 20t M 48	20	95	156	100	117	105	36	87	73	303	230	130	160	390	48	27	75	100	222	95	11,6	2000 Nm	7982967	8600292
LBG(3) M 16 RS 1t	1	50	85	50	45	43	16,5	38	25	—	95	45	63	—	16	—	24	46	88	40	1	100 Nm	62086	
LBG(3) M 20 RS 2t	2	50	85	50	46	42	16,5	38	27	—	95	45	65	—	20	—	30	46	88	40	1,1	200 Nm	62813	
Achtung: die rostfreien Lastböcke sind nicht zum Einsatz in chloridhaltigen Medien (z.B. Hallenbädern) geeignet.																								
VLBG-Z 1t 1/2"-13UNC	1	32	54	34	38	37	10	29	22	—	75	45	50	—	1/2"	—	3/4"	32	75	26	0,33	100 Nm	8502349	—
VLBG-Z 1,5t 5/8"-11UNC	1,5	33	56	36	46	38	13,5	36	24	—	87	47	60	—	5/8"	—	15/16"	38	85	30	0,55	150 Nm	8502350	—
VLBG-Z 2,5t 3/4"-10UNC	2,5	50	82	54	56	54	16,5	43	28	—	113	64	71	—	3/4"	—	1 1/8"	48	110	45	1,3	250 Nm	8502351	—
VLBG-Z 2,5t 7/8"-9UNC	2,5	50	82	54	58	52	16,5	43	27	—	113	64	70	—	7/8"	—	1 5/16"	48	110	45	1,3	300 Nm	8502352	—
VLBG-Z 4t 1"-8UNC	4	50	82	54	61	64	16,5	43	41	—	130	78	84	—	1"	—	1 1/2"	48	125	45	1,5	400 Nm	8502353	—
VLBG-Z 5t 1 1/4"-7UNC	5	60	103	65	80	64	22,5	61	41	—	151	80	102	—	1 1/4"	—	1 7/8"	67	147	60	3,3	500 Nm	8503187	—

▲ = Sonderkonstruktion – Schraube nicht austauschbar –!

Die RUD-Schrauben Maximallängen sind so abgestimmt, dass bei Verwendung von einer Sechskantmutter (DIN EN ISO 7042) eine Materialdicke von ca. 8xM (bei M8 bis M30) bzw. 5xM (bei M36 bis M48) montiert werden kann.

Bei Drehbewegungen unter Last (z.B. Wendevorgänge) doppelt-kugelgelagerte PowerPoint-Collection verwenden.

**VLBG-Lastbock** um 360° drehbar, in Zugrichtung einstellbar. Lastbügel klappbar, volle Tragfähigkeit in allen Lastrichtungen, Oberfläche pink pulverbeschichtet.

**Die BG schreibt vor:**  
Nur mitgelieferte Schrauben verwenden!

Technische Änderungen vorbehalten.

## Danksagung

Ganz besonderer Dank gilt Dr.-Ing. Paul Mechold, der mir zu jeder Frage während dieser Arbeit tiefgehende Antworten gegeben hat und in intensiven Gesprächen auch über das Bachelorthema hinaus anregende Informationen über die Arbeit als Ingenieur im Allgemeinen vermittelt hat.

Ich danke Prof. Dr.-Ing. Torsten Laufs und Dipl.-Ing Martin Rosengraten für die Anregungen und Hilfestellung zu diesem Thema. Darüber hinaus bedanke ich mich bei Dipl.-Physiker Sebastian Paßehr der mit einer Vielzahl von Anregungen zur Gestaltung dieser Arbeit und seiner Hilfe im Umgang mit LaTeX.

Für kritisches Korrekturlesen dieser Arbeit und sinnvolle Verbesserungsvorschläge bedanke ich mich bei Dr.-Ing. Paul Mechold und meiner Freundin Susan Köpping.

Überdies danke ich meinen Eltern, meinem Bruder und meiner Freundin für die Unterstützung während des gesamten Studiums und darüber hinaus.

## Erklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift